This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

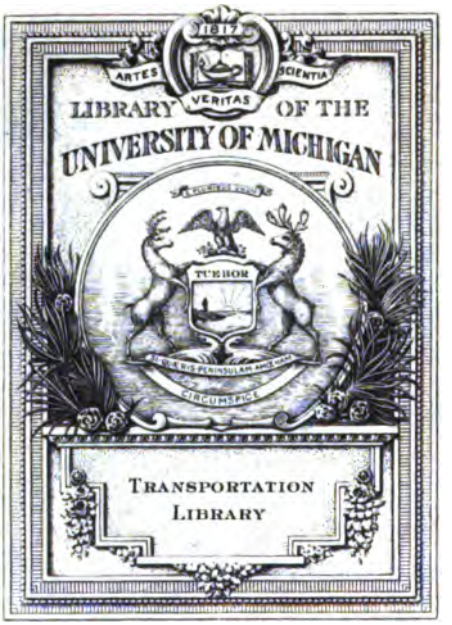
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

A 758,013

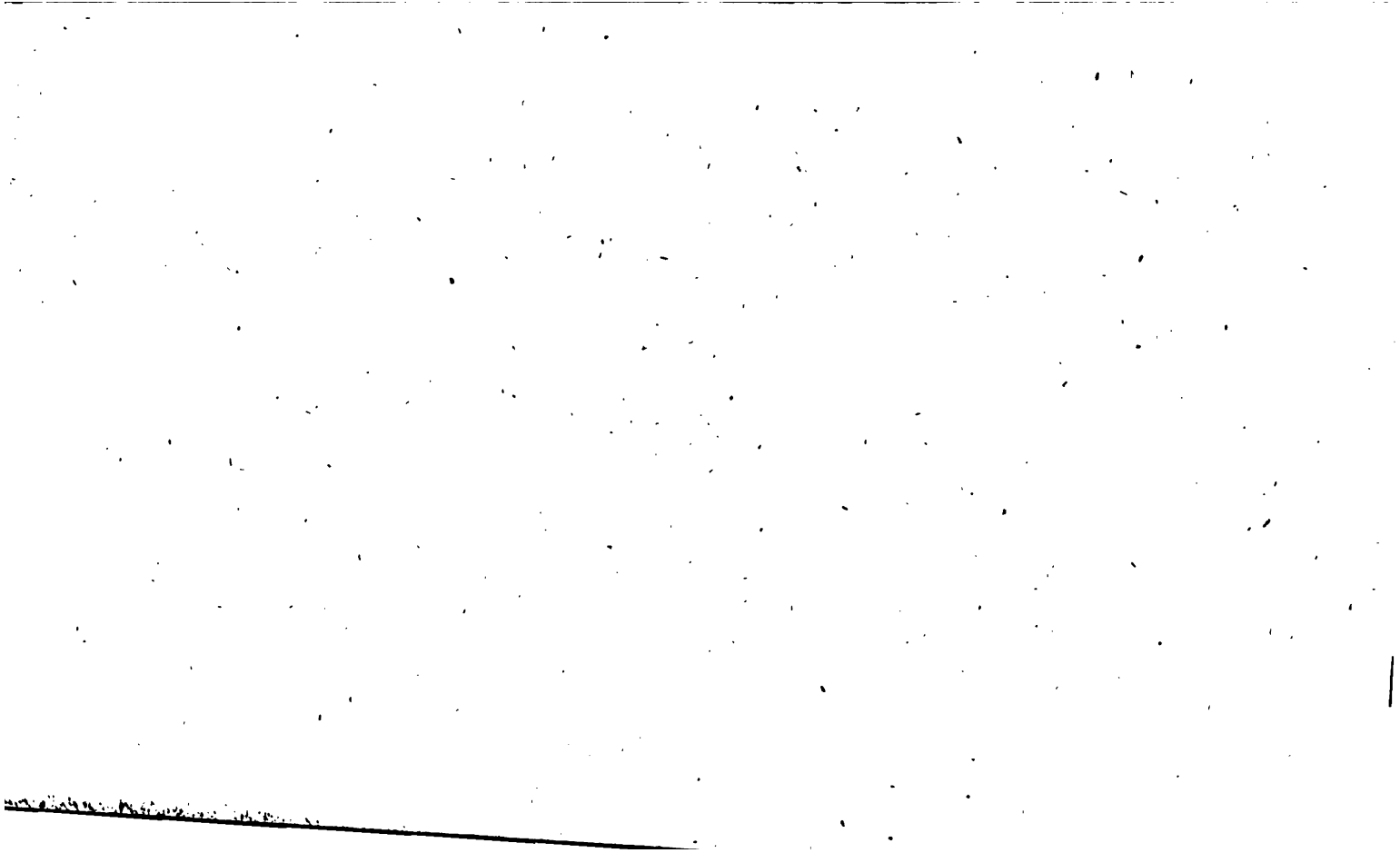
Of Work

— 15 plates (no 16 wanting?)

2 folding Tables



Transporta
Librar
TF
145
H3



Praktiſches Handbuch

über die

Anlage von Eiſenbahnen,

ihre

Koſten, Unterhaltung und ihren Ertrag,

über die

Anfertigung und Prüfung

guß- und ſtabeiſerner Schienen,

und die

Einrichtung

der

Dampf- und anderen Eiſenbahnwagen.

Nebſt anhangsweiſen

Betrachtungen über die Anwendung der Dampfwagen auf gewöhnlichen Kunſt-Straßen.

Nach den beſten

deutſchen, engliſchen und franzöſiſchen Hülfsmitteln

bearbeitet von

Dr. Karl Hartmann,

Herzogl. Braunſchweig'ſchem Berg-Kommiſſair, mehrerer Gelehrten- und Gewerbsvereine Mitgliede.

Mit 16 lithographirten Tafeln.

Augsburg, 1837.

v. Jeniſch- und Stage'ſche Buchhandlung.

Graflön
9-4-98

Vorrede.

E. V. K. 8-12-97

In den letzten zehn Jahren hat kein Gegenstand die öffentliche Aufmerksamkeit so in Anspruch genommen, als die Eisenbahnen. Schon seit länger als ein einhalb Jahrhunderten gemacht, blieb diese so wie manche andere Erfindung in ihrem Keime, bis das Bedürfniß der Zeit die Menschen dahin führte, ihre Anstrengungen und Talente auf Vervollkommnung dieses wichtigen Gegenstandes zu verwenden.

Jahrtausende bewegte sich der Handel auf schlechten, häufig unfahrbaren Straßen, langsam von einem Punkte der Erde bis zum andern und war in den

Händen jedes Landes ein Monopol weniger Perſonen. Mit der Entwickelung des Menſchengeſchlechts befreiete ſich der Handel immer mehr und mehr von ſeinen Feſſeln; er bewegte ſich raſcher, der Umſatz der Kapitalien nahm zu, die Monopole hörten auf und es nahmen mehr Perſonen an den Früchten des Handels Theil. Erſt ſpäter erkannten Engländer und Amerikaner, daß das wahre Princip des Handels ein möglichſt raſcher und häufiger Umſatz der Kapitalien, und daß daher Hauptbedingung für das Blühen des Handels wohlfeile und ſchnelle Communication ſey. Es entſtanden daher die Eiſenbahnen, als ein Werk der Nothwendigkeit, gegen deren Nutzen zu ſtreiten, ganz fruchtlos wäre.

Die Literatur blieb nicht zurück; das am Werke angehängte Verzeichniß der wichtigſten Schriften über Eiſenbahnen und Transport auf denſelben zeigt, wie viel in den letzten 10 bis 15 Jahren über den Gegenſtand geſchrieben worden iſt. Jedoch fehlte es in Deutſchland noch immer an einem Werke, welches die große Menge trefflicher, einzelner Arbeiten über Eiſenbahnen, die in ſehr vielen, zum Theil theuren und unzugänglichen Zeitſchriften und Geſellſchafts-Verhand-

lungen vorhanden sind, zusammengestellt enthält und es bedarf daher meinerseits wohl keiner Entschuldigung, daß ich ein solches, sicher nicht leichtes, Unternehmen gewagt habe. Wie mir die Ausführung desselben gelungen, muß ich dem Urtheil des sachvertrauten Publikums anheim stellen.

Es wird das Werk nicht allein für den eigentlichen Techniker, sondern auch für den Staatsmann, für den Actionair bei Eisenbahn-Unternehmungen von Nutzen und Interesse seyn; jedem Gebildeten aber wird es eine leicht verständliche Ansicht von dem ganzen System des Eisenbahnwesens, mit Hülfe einer ganzen Reihe recht deutlicher Abbildungen geben. Um dem letztern Zweck zu entsprechen sind auch mathematische Formeln so viel als thunlich vermieden, oder auf eigene Abschnitte beschränkt worden, die denn vorzüglich für diejenigen Interesse haben, welche der strengen mathematischen Behandlung der verschiedenen Hauptsätze bedürfen.

Die Quellen, aus denen ich schöpfte, sind immer genau angegeben. Diese Citate und eine Uebersicht der Literatur der Eisenbahnen, wird den Bedürfnissen

derjenigen entsprechen, welche sich über einzelne Gegenstände näher unterrichten wollen.

Um das Werk dem Publikum recht schnell übergeben zu können, und um dessen Anschaffung zu erleichtern, fand es die Verlagshandlung für zweckmäßig, dasselbe heftweise auszugeben. Deßhalb und weil ich noch im Laufe der Arbeit wichtige Materialien erhielt, mußte Einiges in Anhängen aufgeführt werden, wodurch jedoch der Zusammenhang des Ganzen keineswegs gestört ist.

Braunschweig, im Januar 1837.

Karl Hartmann.

Inhaltsverzeichniß.

Erſtes Kapitel. Beſchaffenheit der Eiſenbahnen S. 1. — Geſchichte S. 3. — Nutzen S. 6. Verſchiedene Arten der Eiſenbahnen in Beziehung auf Zweck und Conſtruction S. 12. — Ueberſicht der wichtigern Eiſenbahnen in verſchiedenen Ländern S. 14.

Zweites Kapitel. Allgemeine Betrachtungen über Erſparung an Transportkraft und Transportkoſten durch Eiſenbahnen, ſo wie über Vergrößerung der Geſchwindigkeit des Transports S. 42.

Drittes Kapitel. Von der Beſchaffenheit, Anfertigung, Prüfung und Unterſtützung der Schienen. — Rinnenſchienen S. 78. — Stabſchienen S. 80. — Schienenſtühle S. 82. — Gußeiſerne Schienen S. 84. — Gewalzte eiſerne Schienen S. 86. — Anfertigung derſelben S. 87. — Prüfung und Vergleichung der Tragkraft guß- und ſtabeiſerner Schienen S. 90. — Vergleichung der gewalzten Schienen von verſchiedener Geſtalt S. 102. — Unterſtützung der Schienen S. 105. —

Viertes Kapitel. Auswahl einer Eiſenbahnlinie S. 111. — Allgemeines Verfahren bei dem Bau einer Eiſenbahn S. 113. — Breite der Eiſenbahnen und Ausweichſtellen S. 117. — Drehſcheiben S. 121. — Durchſchneiden der Chauſſeen und Wege durch Eiſenbahnen S. 123. — Einſchnitte in das Terrain und Aufſchüttungen S. 124. — Stellen über und unter der Erde S. 129. —

Fünftes Kapitel. Von den zum Transport auf Eiſenbahnen angewendeten Wagen S. 132. — Räder S. 137. — Axen S. 138. — Büchſen oder Axenlager S. 139. — Federn S. 140. — Bremſen S. 142. — Verkuppelungen S. 143. — Wagen zum Erdtransport S. 144. — Wagen zum Kohlentransport S. 145. — Guß der harten Räder S. 147. — Wagen zum Perſonentransport S. 149. — Mittel zum Auf- und Abladen S. 149.

Sechstes Kapitel. Von den Dampfwagen. — Geſchichte und Allgemeines S. 155. — Specielle Beſchreibung eines Dampfwaggens S. 199. — Die Maſchine im Allgemeinen S. 200. — Die einzelnen Theile: das Wagengeſtell S. 204. — Keſſel mit Zubehör S. 206. — Speiſung des Keſſels S. 212. — Uebertragung der Bewegung S. 213. — Steuerung S. 218. — Räder, Axen und Büchſen S. 222. — Vorrichtungen zum Schmieren S. 225. — Der Munitionswagen S. 227. — Effect der Maſchine S. 228. — Koſten der Maſchine und des Betriebs S. 231. — Betrieb des

Dampfwagens S. 235. — Vergleichung des Transports durch Dampfkraft mit dem durch Pferdekraft S. 239. — Widerstand der Wagen auf Schienenwegen S. 247. — Reibung bestimmt durch das Dynamometer S. 258. — Reibung bestimmt durch den Reibungswinkel S. 259. — Versuche über die Reibung der Wagen S. 264. — Versuche über die Reibung der Wagen ohne Federn S. 273. — Einwirkung des Fuhrwerks auf die Eisenbahn Seite 275.

Siebentes Kapitel. Wirkung der Schwere auf Abhängen zur Bewegung der Fuhrwerke durch Bremsberge oder selbstwirkende Rampen S. 285. — Beschreibung mehrerer englischer Bremsberge Seite 295.

Achtes Kapitel. Feststehende Dampfmaschinen und Bewegung auf den Bahnrampen S. 312.

Neuntes Kapitel. Von den undulirenden oder wellenförmigen Eisenbahnen S. 322.

Zehntes Kapitel. Von den schwebenden Eisenbahnen S. 336. — Beschreibung mehrerer Bahnen der Art S. 341.

Eilftes Kapitel. Ausbesserungen der Schienenwege S. 349. — Einfriedigung derselben S. 351. — Ableitung des Wassers aus der Bahn S. 351. — Erhaltung der Eisenbahnen S. 352.

Zwölftes Kapitel. Anordnung der Schienenwege im Allgemeinen S. 354. — Schienenstraßen für große Geschwindigkeiten S. 362. — Krümmungen der Eisenbahnen S. 368.

Dreizehntes Kapitel. Von den Kosten, welche die Anlage der Eisenbahnen verursachen, so wie von dem Verhältniß der Bruttoeinnahme zur Nettorevenüe bei verschiedenen Eisenbahnen.

Vierzehntes Kapitel. Allgemeine Regeln für Eisenbahn-Anlagen Seite 390.

Anhang I. Von den Dampfwagen auf Chausseen S. 412.

Anhang II. Die Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika S. 436.

Anhang III. Von den Mitteln zur Ueberwindung von Terrain-Schwierigkeiten S. 510.

Anhang IV. Literatur der Eisenbahnen S. 530.

Erſtes Kapitel.

Beſchaffenheit der Eiſenbahnen. — Geſchichte; — Nutzen derſelben. — Verſchiedene Arten der Eiſenbahnen in Beziehung auf Zweck und Conſtruction. — Ueberſicht der wichtigern Eiſenbahnen in verſchiedenen Ländern.

Von allen neuern Erfindungen hat wohl keine in einem ſo hohen Grade die allgemeine Aufmerkſamkeit auf ſich gezogen, als die Eiſenbahnen und Dampfwagen, als Mittel zur Beförderung des allgemeinen Verkehrs.

Eiſenbahnen oder Schienenwege (Rail ways Rail roads im Engliſchen, Chemins à ornières, Chemins de fer im Franzöſiſchen) ſind Straßen oder Wege, deren Gleiſe aus ebenen eiſernen Schienen beſtehen, die möglichſt horizontal und genau parallel liegen und auf denen ſich die Räder von Fuhrwerken bewegen, und zwar wegen der gleichen Fläche und Glätte einer ſolchen Bahn mit ungleich geringerer Kraftanſtrengung, als auf gewöhnlichen Straßen. Denn auf den Eiſenbahnen verſchwindet der Widerſtand der Räder an dem Umfange beinahe, ſo daß nur der Reibungswiderſtand an der Axe in Betracht kommt, während auf gewöhnlichen Straßen jener Widerſtand auf dem Boden, oder an dem Radumfange ſehr bedeutend iſt, ſo daß im Mittel der Widerſtand auf gewöhnlichen Straßen zu jenem auf einer Eiſenbahn, ſich wie 10 : 1 verhält.

Die Anwendung der Eiſenbahnen, dieſer mächtigen Beförderungsmittel des Verkehrs, der Induſtrie, der Bildung, die jetzt immer allgemeiner zu werden verſprechen, war vor wenigen

Jahren noch sehr beschränkt, und dieß muß um so mehr in Erstaunen setzen, da die Einrichtung der Schienenwege im Allgemeinen sehr einfach, der Transport auf denselben aber ebenso wohlfeil als wirksam ist. Man benutzte sie früher hauptsächlich um Kohlen, Erze, Schlacken, Steine, von dem Ursprungs- nach einem bestimmten Verbrauchs-Orte zu bringen. An einigen Punkten sind sie zur Verbindung einzelner Kanaltheile gebraucht worden, besonders wo auf kurze Entfernungen große Niveau-Unterschiede eine Wasserverbindung sehr erschwert haben würden.

Schon die alten Römer erkannten die Vortheile einer glatten Fahrbahn; in der noch ziemlich gut erhaltenen appischen Straße, welche aus fest zusammen gefügten Steinen bestand, waren Geleise eingehauen, andere Römerstraßen waren mit einer steinartig erhärteten Mörtelmasse überzogen, so daß sie eine fortlaufende glatte Steinfläche, wirkliche Steinbahnen bildeten. Der vollkommene Straßenbau der Römer wurde nach dem Sturze ihres Reichs vergessen, oder nur an einzelnen Orten befolgt. So findet man Florenz-Gleisen von glattem und ebenem harten Marmor, wogegen die Bahn für die Pferde aus gewöhnlichem Pflaster besteht. Aehnliche Bahnen von behauenem Granit findet man auch in London, um Frachten darauf zu transportiren, und in Schottland, so wie auch z. B. auf manchen Brücken in Braunschweig, findet man solche Bahnen aus dicken Platten von Gußeisen.

Um das Fortschieben der Schiebkarren zu erleichtern, legten die Arbeiter schon seit den ältesten Zeiten Bretter unter und besonders war dieß in den deutschen Bergwerken der Fall. Später wurden die Karren durch Wagen (Hunde) ersetzt, deren Räder auf Brettern oder auf hölzernen Stangen von prismatischem Durchschnitt, die horizontal neben einander gelegt worden, laufen. Die Räder haben eine verschiedenartige Konstruktion. Ein Arbeiter konnte dabei schon viermal mehr fortschieben, als auf dem gewöhnlichen Erdboden.

Ums Jahr 1680 kamen die Holzbahnen (Hundegestänge, Hundsläufe) durch deutsche Bergleute nach England und wurden zuerst in der Gegend von Newcastle am Tyne zum Transport der Kohlen, von den dortigen Gruben nach den Ladeplätzen am Fluß Tyne, benutzt. Man machte die Gleise von Eichen-, Buchen- oder Birkenholz, das auf hölzernen Unterlagen ruhete. Die Räder bestanden aus Gußeisen oder waren mit eisernen Reifen beschlagen und ein vorstehender Rand oder Pfalz erhielt sie auf der Bahn. Der Ziehweg für die neben oder hintereinander gespannten Pferde war zwischen der Holzbahn; ein gewöhnliches Pferd konnte 60 Ctr. Kohlen ziehen, also das Dreifache von dem was es auf einem gewöhnlichen Wege zu ziehen vermag. Bei den Berg- und Hüttenwerken und Steinbrüchen verbreiteten sich diese Holzbahnen bald weiter, allein es dauerte lange ehe man sie durch Eisenbahnen ersetzte. Holzmangel und theure Preise dieses Materials, waren zunächst die Veranlassung dazu. Auf den großen Eisenwerken von Coalbrookdale in der englischen Provinz Shropshire befanden sich sehr ausgedehnte Strecken solcher Holzbahnen zum Transport der Erze, Kohlen, Schlacken ꝛc.

Als nun einst der Absatz des Roheisens stockte, die stete Ausbesserung der hölzernen Bahnen aber große Kosten veranlaßte, schlug der bekannte Ingenieur John Wilkenson den Eigenthümern der Werke [1]) vor, gußeiserne Schienen statt der hölzernen Gestänge zu nehmen und sie wieder mit diesen zu vertauschen, wenn das Eisen verkauft oder anders weitig zum Vergießen oder Erfrischen benutzt werden könne. Indessen zeigten sich die eisernen Schienen so vortheilhaft, daß man sie nicht wieder wegnahm, sondern im Gegentheil die noch vorhandenen hölzernen überall durch eiserne ersetzte.

Die eisernen Schienen wurden von nun an immer allgemeiner. An andern Orten beschlug man die hölzernen Gestänge mit Eisenblech oder beschlug sie auch mit geschmie-

[1]) Im Jahre 1738 (?)

deten eiſernen, ſehr langen Schienen. Man fand ſchon damals den Vorzug der letztern vor den gußeiſernen. Sie veranlaßten weniger Fugen, ſie ſprangen im Winter nicht ſo leicht als gußeiſerne, auch war ihre Abnutzung weniger zu bemerken, als bei letztern. Ein großer Uebelſtand war der, daß beſonders die gußeiſernen Schienen zu leicht zerſprangen. Der Grund davon lag darin, daß man ſich zu großer und zu ſchwer beladener Wagen bediente, deren Gewicht die Schienen nicht zu widerſtehen vermochten. Es dauerte bis zum Jahre 1786 ehe man dieſes Hinderniß durch die ganz einfache Einführung kleinerer Wagen, mit eiſernen Rädern, welche der Ingenieur Rich. Lovell Edgeworth zuerſt bewerkſtelligte, zu beſeitigen anfing. Statt der ehemaligen großen, mit 80 Centner und darüber belaſteten Wagen, bediente man ſich kleiner, von denen mehrere an einander gehängt wurden, deren jeder nur 30 bis 40 Centner enthielt, ſo daß der Druck auf jeden einzelnen Punkt, das Gewicht des Wagens mit eingerechnet, nie mehr als 9 bis 12 Centner betragen konnte.

Seit dieſer Epoche wurden die Eiſenbahnen in England bei Berg- und Hüttenwerken, Fabriken und Manufakturen, überhaupt wo eine große Maſſe regelmäßig zwiſchen zwei feſten Endpunkten zu transportiren war, immer allgemeiner. Anfänglich wendete man dieſelben, wie ſchon bemerkt, nur auf ein ziemlich kleines Terrain an; Berge zu überſchreiten ſteckte ihnen ein Ziel. Bald zeigte es ſich aber von beſonderem Nutzen, auf ihnen Maſſen von der Höhe in die Tiefe zu laſſen; ganze Kanalböte wurden mittelſt Schienenwegen auf geneigte Ebenen, zwiſchen den Kanaltheilen hinabgelaſſen und herauf gezogen. Aehnliche geneigte Ebenen ſetzte man mit beinahe horizontalen Schienenwegen in Verbindung und ſo war die Möglichkeit dargeboten, jede Terrain-Schwierigkeit mit denſelben zu überwinden. Lange Zeit haben die Schienenwege nur eine ſehr eingeſchränkte Anwendung gehabt, indem zur Verbindung weiter entfernter Punkte auſſerordentliche Anlagen von Kanälen in England ſowohl als

auch in den Niederlanden, Frankreich und theilweiſe auch in Deutſchland gemacht wurden, nachdem die erſten, Sankey-Kanal 1755, Bridgewater 1758, (beide in England) ihren Zweck ſo vollkommen entſprochen hatten. Iſt die theure Anlage einmal gemacht, ſo iſt Kanal-Transport ſelbſt ſehr wohlfeil, und — ſofern Speiſewaſſer gehörig vorhanden ſind, — auch regelmäßig, wenn man den Froſt des Winters ausnimmt. Es giebt jetzt in England ohngefähr 80 Kanäle, zuſammen 2700 engl. Meilen lang, in Frankreich vielleicht nur ein Fünftheil ſo viel, indeſſen ſind viele weit davon entfernt, die Anlagekoſten gehörig zu verzinſen und bei mehr den 40 haben die Aktien nur den halben oder einen noch geringeren Werth der erſten Auslage. Es giebt eine Grenze der Geſchwindigkeit, welche die Kanalböte nur mit außer verhältnißmäßigem Aufwande von Kraft überſteigen können; die Quantität der Speiſewaſſer ſetzt außerdem den zu transportirenden Maſſen ihre Grenzen; das Terrain nöthigt zu langen Umwegen oder macht die Anlage außerordentlich ſchwierig. Dieſe Umſtände haben es möglich gemacht, daß Schienenwege nicht allein mit Kanälen wetteifern, ſondern auch beſſer rentiren können, wie dieß eine Vergleichung des Schienenwegs und der Kanäle zwiſchen Liverpool und Mancheſter zeigt. Schienenwege ſind auch im Allgemeinen viel geeigneter mit Kanälen verglichen zu werden und dieſe zu vertreten und zu erſetzen, als mit Chauſſeen, welche wenigſtens bis jetzt, durch dieſelben nicht verdrängt werden können. Das Terrain beſchränkt die Anlage von Chauſſeen nur ſehr wenig; dieſelben ſind nicht an beſtimmte Abtheilungen des Anſteigens, des Fallens und der Horizontale gebunden, und erlauben die Bewegung einer jeden Art von Fuhrwerk eine allgemeinere Anwendbarkeit. Dagegen iſt die Unterhaltung und der Transport bei weitem koſtſpieliger, als dieß bei Schienenwegen der Fall iſt.

Lange Zeit waren Pferde die einzig bewegende Kraft, welche man auf Schienenwegen und auch auf Kanälen gebrauchte; auf letztern noch gegenwärtig, wenn man die ge-

neigten Ebenen davon ausschließt, auf denen Dampfmaschinen und Wasserräder als bewegende Kräfte benutzt werden. Seit dem Anfange dieses Jahrhunderts hat man Dampfwagen construirt und durch diese auf den Schienenwegen die Pferde zu ersetzen gesucht, welches auch in neuester Zeit vollkommen gelungen ist, obwohl dabei immer noch gewisse Beschränkungen stattfinden. Bei geneigten Ebenen werden, bei gewissen Steigungswinkeln derselben, allgemein feststehende Dampfmaschinen angewendet, um die Lasten fortzuschaffen. Bis 1794 hatte man in England noch keine bedeutende öffentliche Eisenbahn; seit 1824 werden sie erst zur Fortschaffung von Personen angewendet.

Es ist bei Schienenwegen so sehr viel, in Rücksicht auf ihren Zweck, auf das Terrain, welches sie durchschneiden, auf die Art ihrer Anlage, auf die bewegenden Kräfte, auf deren mechanischen Effect, auf die Kosten der Anlage, Unterhaltung und ihren gesammten ökonomischen Zweck zu bemerken, daß sie künftig einen weitläuftigen Theil in der Civilbaukunst einnehmen werden, der jedoch erst seit wenigen Jahren Gegenstand einer wissenschaftlichen Bearbeitung und weit entfernt ist, erschöpft zu seyn.

Sich über den Nutzen der Eisenbahnen nur einigermaßen erschöpfend auszulassen, würde zu weit führen; wir ziehen es vor, unsern Lesern denselben durch ein besonderes Beispiel recht augenscheinlich zu machen. Es ist dies von der vollendetsten Anlage dieser Art in England, von der Liverpool-Manchester Eisenbahn entnommen. Wir geben dabei kurz wieder, was ein hochachtbarer technischer Schriftsteller der neuesten Zeit, Dr. Egen in Elberfeld, welcher jene Bahn selbst sehr genau sah, darüber sagt [1]).

Die Eisenbahn zwischen Manchester und Liverpool ist in dreifacher Beziehung eine der beachtungswerthsten Erscheinungen in dem weiten Gebiet der Gewerbthätigkeit. Die Anlage ist erstens an sich sehr großartig und so zweckmäßig und vor-

---

1) Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins 1833, VI. 286 ꝛc.

trefflich ausgeführt, daß ſie für ähnliche Werke als Muſter aufgeſtellt werden kann. Die Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn iſt ferner die erſte, welche mit guten Kanälen in Concurrenz trat und in dieſem Wettſtreit den Sieg davon getragen hat. Endlich iſt auf dieſer Bahn ein Transportmittel, die Dampfwagen, in Anwendung gebracht, welches an Schnelligkeit die ſchnellſten Kutſchen der Welt, die engliſche Meil, um das Doppelte übertrifft.

Die beiden Städte Liverpool und Mancheſter bilden die Centralpunkte eines unermeßlichen Verkehrs und einer unermeßlichen Betriebſamkeit. Faſt der ganze nordamerikaniſche Handel knüpft ſich an Liverpool; 1831 gingen $^{3}/_{5}$ aller Baumwolle in ſeinen Hafen ein. Jährlich laufen an 12,000 Schiffe mit einem Gehalt von $1^{1}/_{2}$ Millionen Tonnen, in denſelben aus und ein. — Auf der andern Seite ſtellt ſich uns Mancheſter mit ſeiner Gewerbthätigkeit eben ſo großartig dar.

Andr. Thomſon machte 1739 eine Reiſe von Glasgow nach London zu Pferde; er traf die erſte Kunſtſtraße (turnpike road) zu Grandham an. Bis zu dieſer Stadt war nur ein ſchmaler Straßendamm (causeway) vorhanden, auf welchem die Güter auf dem Rücken der Pferde transportirt wurden, die ihm in Zügen von 30 bis 40 begegneten. Der Damm war ſo ſchmal, daß, um den Transportzügen auszuweichen, er denſelben mit ſeinem Pferde verlaſſen mußte. Poſtkutſchen mit Pferdewechſel ſcheinen vor 1750 in England nicht beſtanden zu haben.

Mancheſter und Liverpool ſind durch 3 Kanäle, durch 2 Kunſtſtraßen und ſeit 1830 durch die Eiſenbahn verbunden, die bereits nach Birmingham weiter führt und auch bis London fortgeführt werden ſoll.

Um den Nutzen und die Vorzüge der Eiſenbahnen deutlich zu machen, wollen wir nun zuvörderſt eine Ueberſicht des Verkehrs auf verſchiedenen engliſchen Landſtraßen und Kanälen aufſtellen, und die Fortſchritte andeuten, die im Laufe der Zeiten gemacht wurden. 1770—1773 ging zwiſchen Liverpool und Mancheſter täglich eine einzige Kutſche,

den einen Tag hin, den andern Tag her; es machten den Weg daher täglich ungefähr 10 Reiſende. Der 36 engliſche (7, 8 deutſche) Meilen betragende Weg wurde in 12 bis 16 Stunden, alſo für damalige Zeit ziemlich raſch zurückgelegt. Aber wie iſt das anders geworden in dem kurzen Zeitraume von fünfzig Jahren. Vor Eröffnung der Eiſenbahn gingen 29 Kutſchen täglich zwiſchen beiden Städten, welche gegen 600 Reiſende beförderten. Die Kutſchen gehörten mit zu den ſchnellſten in England, ſie legten 10 engliſche faſt 2, 2 deutſche in der Stunde zurück, und machten alſo den Weg in $3^3/_8$ Stunden. Die Eiſenbahn befördert jetzt täglich ungefähr 1400 Reiſende.

Die Waarentransportmittel zwiſchen den beiden Städten vor Anlage der Bahn erfolgten mittelſt der drei Kanäle und durch eine Menge von Frachtfuhrleuten, deren Wagen wie bei uns die Poſtwagen, zur beſtimmten Stunde abgehen und ankommen. Sie beförderten z. B. Güter auf dem 40 deutſche Meilen langen Wege von Mancheſter nach London in 34 Stunden.

Das Perſonengeld auf der Außenſeite der engliſchen Perſonenwagen und der deutſchen Schnellpoſten, iſt ſich ziemlich gleich, beträgt 8 Gr. für die deutſche Meile, allein erſtere fahren doppelt ſo ſchnell als letztere und legen durchaus keinen Zwang auf. Auf den Kanalböten beträgt das Fuhrgeld ohngefähr die Hälfte von dem auf der Außenſeite der Kutſchen.

Mit ſolchen Kommunikationsmitteln, mit den beſten Perſonenwagen, mit den beſten Waſſerſtraßen, mußte nun die Eiſenbahn in die Schranken treten. Den Perſonenverkehr hat ſie ganz an ſich gezogen; das Perſonengeld beträgt ohngefähr nur die Hälfte von dem, was für die Kutſchen gezahlt wird, und dennoch geht die Fahrt doppelt ſo raſch, als mit den beſten der Erſten. Gegen ſolche Vortheile mußten daher die Kutſchen gänzlich zurücktreten. Schwerer war der Wettſtreit mit den durch viele Nebenumſtände begünſtigten Kanälen; allein durch niedrige Frachtſätze, die nur $^1/_3$ von den

auf den letztern üblichen, d. h. ungefähr 8½ Pfennig für den Centner auf die deutsche Meile und für Kohlen, Steine ꝛc. noch weniger, betragen, ist es der Eisenbahn gelungen, immer mehr Fracht an sich zu ziehen.

Wir geben nun noch eine Uebersicht des Verkehrs auf der Liverpool-Mancheſter Eisenbahn vom Jahre 1832 [1]). Es wurden durch 5999 Fahrten 356,945 Reisende befördert, zwischen Mancheſter und Liverpool 125,887 Tonnen und zwischen Bolton und Liverpool 33,556 Tonnen Güter durch 3927 Fahrten transportirt, ferner 69,396 Tonnen Steinkohlen durch 445 Fahrten. Das gesammte Transportquantum beträgt also 228,839 Tonnen und die Gesammtzahl der Fahrten 10,371. An Sonn- und Feiertagen werden keine Güter transportirt und es gehen dann nur 4 Wagenzüge mit Personen ab. — Mit jeder Fahrt wurden durchschnittlich 60 Personen transportirt. Die angewendeten Maschinen hatten 10 Pferdekräfte und können, ohne verminderte Geschwindigkeit, 200 Personen mit Gepäck fortschaffen, ja bei einer Gelegenheit brachte eine Maschine 800 Personen in einer Stunde 3½ deutsche Meilen weit von Newton nach Liverpool. Der Gütertransport auf der Bahn mag ⅔ von dem Gesammttransport auf der Bahn betragen. Die dazu angewendeten Dampfwagen ziehen eine jede durchschnittlich 64 Tonnen mit der mittleren Geschwindigkeit von 2½ deutschen Meilen in der Stunde. Wie sehr der Verkehr im Steigen begriffen ist, geht daraus hervor, daß im Jahre 1833 ungefähr 277,000 Tonnen Fracht und 430,000 Personen transportirt wurden. — In diesen Thatsachen liegt nun wohl ein evidenter Beweis des großen Uebergewichts der Eisenbahnen über Kanäle. Im Winter sind die Fahrten wohl einmal aufgehalten, aber nicht unterbrochen worden.

---

1) Wir wählen dieses Jahr, in welchem der Personenverkehr der Cholera wegen, nicht sehr bedeutend war, weil die von Herrn Egen mitgetheilten Angaben sehr genau sind und um einen Vergleich mit einem spätern Jahr machen zu können.

Um aber ihren Nutzen für die Gewerbe recht augenscheinlich zu machen, theilen wir hier Einiges aus dem Vergleich mit, den Herr Egen zwischen den so eben bezeichneten Kommunikationsmitteln einer englischen mit den weiter anzudeutenden einer deutschen Fabrikstadt anstellt. Er wählt zu diesem Vergleich die Zwillingsstadt Elberfeld-Barmen, mit 60,000 Einwohner und einer sehr stark bewohnten Umgegend, welche unter den deutschen Städten noch am besten eine Parallele mit Manchester aushalten dürfte und wo alle Elemente vorhanden sind, daß hier bei umsichtigem Schutze dem Vaterlande einst ein zweites Manchester emporblühe. Das Wupperthal hat weder Wasserstraße noch Eisenbahn zu benutzen und steht daher gegen jeden englischen Fabrikort sehr zurück; auf den von ihm ausführenden Kunststraßen kostet die Fracht über 2½ Mahl mehr als in England. Die Steinkohlen von der 4 Meilen davon entfernten Ruhr kosten fast eben so viel als in London, wohin sie erst über 80 deutsche Meilen zu Schiffe transportirt werden müssen. — Man berücksichtige aber besonders das Folgende: Sieht ein Spinner zu Manchester, daß er in ein paar Tagen mit seinem Wollvorrath zu Ende kommt, so setzt er sich Morgens 7 Uhr auf den Eisenbahnwagen, ist um 8½ Uhr in Liverpool, frühstückt, benutzt die ganze Geschäftszeit zu seinem Wolleinkauf, läßt die Ballen zum Eisenbahnhof bringen, und ist Abends mit seiner Wolle wieder in Manchester. Er steckt sein ganzes Kapital in seine Anlagen, zum Betrieb bedarf er nur geringer, weil er weder Woll- noch Garnvorräthe hat. Der Elberfelder Spinner muß dagegen in wenigen Ankäufen seine Wolle aus London oder Liverpool beziehen, sich wenigstens in der günstigen Jahrszeit für den Winter versorgen. Diese Einkäufe besorgt ihm ein Fremder, er kann keine günstige Konjunctur benutzen, die Wolle ist oft Monate lang unterwegs; sie wird aus dem Seeschiff ins Rheinschiff und aus diesem auf die Frachtkarre verladen; der Transport ist allen Vexationen des Ausländers und seinen Frachtsätzen preisgegeben, gegen die er sich nicht durch eine Beziehung auf

einem andern Wege ſchützen kann. Er muß ein größeres Kapital auf den Betrieb ſeiner Fabrik als auf ihre Anlage verwenden, muß Kaufmann und Fabrikant in einer Perſon ſeyn.

So weit ſteht die gewerbreichſte Gegend am Rhein noch gegen England in den Kommunikationsmitteln zurück und doch ſind dieſe von der höchſten Bedeutung für ein Land; ſie bilden das belebende Princip für alle Gewerbthätigkeit und Kultur, und ihre durchgreifende Wichtigkeit iſt in neueſter Zeit vielfach anerkannt. Daher iſt denn auch, wie ein ausgezeichneter Techniker, Her Geheimrath Crelle in Berlin [1]) ſehr richtig bemerkt, das Beſtreben, welches ſich in der neueſten Zeit auch in Deutſchland offenbart, ſich des Nutzens, den die Eiſenbahnen einem Lande zu gewähren vermögen, theilhaftig zu machen, unſtreitig höchſt erfreulich; und noch erfreulicher wird es ſeyn, wenn man, wie es auch wirklich ſcheint, damit von Worten bald zur That übergehen ſollte; denn groß iſt wahrlich der Nutzen einer ſo bedeutenden Erleichterung und Beförderung des Verkehrs. Die Dampfſchifffahrt auf dem Meere und auf den Binnengewäſſern und die Eiſenbahnfahrt auf dem Lande, müſſen nothwendig die Menſchen wieder um Vieles einander näher rücken, und werden den geiſtigen, geſelligen und Handelsverkehr ſo mächtig beleben, daß die Völker in der Civiliſation und die einzelnen in der richtigen Einſicht in ihre wahren Intereſſen einen neuen großen Fortſchritt zu machen nicht verfehlen können.

Der Nutzen der Eiſenbahnen für den Verkehr iſt im Allgemeinen zweifach: Erſtlich kann durch die nämliche Kraft, welche mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit auf Chauſſeen eine gewiſſe Laſt fortſchafft, auf Eiſenbahnen eine bedeutend größere Laſt transportirt werden, oder umgekehrt,

---

[1]) In einer ſehr zu empfehlenden kleinen Schrift: „Einiges allgemein Verſtändliche über Eiſenbahnen, insbeſondere als Privatunternehmungen, für alle diejenigen, welche ſich dafür intereſſiren und beſonders für diejenigen, ſo als Aktionairs daran Theil zu nehmen geneigt ſind.“ Berlin 1835.

zur Fortſchaffung der nämlichen Laſt mit der nämlichen Geſchwindigkeit iſt auf der Eiſenbahn bedeutend weniger Kraft nothwendig, als auf der Chauſſee, ſo daß alſo auf der Eiſenbahn an Transportkraft und folglich an Transportkoſten bedeutend geſpart wird. Dieſer Gewinn kommt daher, daß theils eine Eiſenbahn glatter und härter iſt, als eine Chauſſee, theils daß die Fuhrwerke auf dem glatten Wege vortheilhafter gebauet werden können.

Zweitens ſind Eiſenbahnen insbeſondere geeignet, Laſten, durch Benutzung der Dampfkraft, mit einer ſo großen Geſchwindigkeit fortzuſchaffen, wie ſie ſich ſelbſt durch die ſchnellſten Pferde nicht erreichen läßt; was für Reiſende und zum Theil für den Transport von Waaren, ſo wie für andere beſondere, örtliche Zwecke, große Vortheile haben kann.

Es haben zwar in der neuern Zeit Verſuche gezeigt, daß durch Dampfkraft auch auf Chauſſeen Fuhrwerke mit ſehr großer Geſchwindigkeit fortgeſchafft werden können; allein es iſt noch nicht erwieſen, daß von den Dampfwagen, die wegen der Dampfmaſchine, welche ſie mit ſich führen müſſen, immer ſehr ſchwer ſind, und die, wenn ſie ſich auch leichter bauen ließen, nothwendig immer ein bedeutendes Gewicht haben müſſen, damit ihre Räder feſt genug eingreifen, um noch andere Laſten wie die eigenen mit ſich fort zu ziehen und nicht etwa blos gleitend ſich zu drehen, ohne ſich fortzubewegen, der Angriff auf die Chauſſee dieſe nicht ſo ſchnell und ſtark zerſtöre, daß der Verluſt gegen den Gewinn außer allem Verhältniß und größer iſt, als der Betrag der Zinſen der höhern Baukoſten von Eiſenbahnen. Man muß alſo, wenigſtens vor der Hand, die Geeignetheit für die Benutzung der Dampfkraft zur Fortſchaffung von Fuhrwerken, den Eiſenbahnen faſt noch ausſchließlich zugeſtehen.

Von den verſchiedenen Arten der Eiſenbahnen.

Alle Eiſenbahnen laſſen ſich, ihrem Zwecke nach, in drei Gattungen eintheilen: 1) In temporäre Eiſenbahnen

auf Bauſtellen, die leicht zu legen und wieder wegzunehmen ſein müſſen und häufig aus rohen Eiſenſtangen beſtehen, wie ſie im Handel vorkommen, die auf Hölzern befeſtigt ſind. — 2) In Eiſenbahnen für Gütertransporte insbeſondere. — 3) In Eiſenbahnen, beſonders für den Transport von Reiſenden. Die Konſtruktion und Anordnung dieſer drei Arten von Schienenwegen, iſt nach ihren Zwecken verſchieden.

Der Konſtruktion der Schienen nach, unterſcheidet man: 1) flache Schienenwege (edge Railroads) bei welchen die Schienen (Stabſchienen) flach oder etwas abgerundet, und die Räder der darauf ſich fortbewegenden Wägen gegen das Abgleiten mit einem hervorſtehenden Rande oder Spurkranze an der innern Seite des Wagens verſehen ſind. 2) Schienenwege mit hervorſtehendem Rande (Tramroads) wobei die Schienen Rinnenſchienen (plate rails) gegen das Abgleiten der Räder mit einem hervorſtehenden Rande nach Außen verſehen, die Wagenräder aber flach ſind, und 3) palmerſche Schienenwege, welche nur eine Schienenreihe haben, die über dem Boden erhöhet iſt und zweirädrige Wagen trägt, deren Käſten zu beiden Seiten der Räder herabhängen. Die erſtern waren ſchon immer vorzüglich im Norden von England, in den Grafſchaften Northumberland und Durham, wo die meiſten Eiſenbahnen vorhanden ſind, im Gebrauch, und werden gegenwärtig wegen ihrer allgemein anerkannten größern Vorzüge gegen die zweite Art bei allen neuern Eiſenbahn-Unternehmungen in England ſo wie auch in Frankreich, Deutſchland ꝛc. angewendet. Die Schienenwege mit hervorſtehendem Rande ſind vorzüglich im Weſten von England, in Wales im Gebrauch; die größte Anzahl derſelben dürfte ſich in Monmouthſhire befinden. Der palmerſche Schienenweg iſt bis jezt nur an wenigen Orten angewendet worden.

Ueberſicht der wichtigern Eiſenbahnen in verſchiedenen Ländern [1]).

Eine ſolche vorläufige Ueberſicht der Eiſenbahnen in verſchiedenen Ländern, ſo weit wir dieſelben zur Zeit kennen, iſt in mancher Beziehung ſehr lehrreich. Auf das Techniſche der wichtigſten von den hier nur kurz angeführten Eiſenbahnen, kommen wir im weitern Verfolg des Werks zurück.

I. Verzeichniß der bedeutendſten, in England beſtehenden Eiſenbahnen.

Wenn in England zu einer größern Bahnen-Anlage mehrere Theilnehmer zuſammen treten, ſo iſt die Erwirkung einer Parlamentsakte für das Beſtehen der Geſellſchaft erforderlich. — Nicht geſetzlich anerkannte Eiſenbahnen gehören nur einzelnen Etabliſſements, als: Kohlengruben, andern Bergwerken, Fabrikanlagen ꝛc. an, und ſind nimmer von geringer Bedeutung. Die Bahnen werden in der Reihenfolge aufgeführt werden, wie ſie vom Parlament und durch königliche Sanktion inkorporirt worden ſind.

Unter der Rubrik „Anlage-Kapital" werden die Summen aufgeführt, welche das Parlament geſtattete, auf die Anlage zu verwenden. Selten werden dieſe Summen ganz verwendet, und nie dürfen ſie überſchritten werden.

A. Eiſenbahnen die vor 1810 durch eine Parlamentsakte inkorporirt worden.

---

1) Wir benutzen dabei Leuchs kleine Schrift: „Sammlung der von 1776 bis 1836 in Betreff der Eiſenbahnen und Schienenwege in Amerika, England, Frankreich, und Deutſchland gemachten Verbeſſerungen, Beobachtungen und Vorſchläge." Nürnberg 1836; ſo wie für England eine Abhandlung von Dr. Egen in den „Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins" 1834. 6. Lief. S. 277 ꝛc. (Eine ohne Zweifel ſehr vollſtändige Ueberſicht giebt Albert's Verzeichniß von 141 Eiſenbahnen. Zweite Aufl. Ulm 1836. — Wir haben es bei Abgabe dieſes Bogens leider noch nicht hier. —)

1) Brandlings- oder auch Middleton- und Leeds-Eisenbahn, unterm 9. Juni 1758 vom Könige sanktionirt oder bestätigt, 3 engl. Meilen [1]) lang und nur für den Kohlentransport bestimmt. Es gehen auf dieser Bahn die zwei ältesten Dampfwagen, zuerst erfunden von Trevethick, verbessert von Blenkinsop. Gezahnte Räder am Wagen greifen in neben den Schienen liegenden Zahnstangen. Die Wagen gehen mit einer Geschwindigkeit von etwa 3 Fuß in der Sekunde und ziehen 27 bis 30 Kohlenwagen, jeden mit 54 Centner beladen.

2) Surrey-Eisenbahn, bestätigt am 21. Mai 1801. Länge 9 engl. Meilen. Geht oberhalb London von der Themse ab bis Croydon und ist vorzugsweise zum Transport von Kalk, Erde und Steinen bestimmt. Anlage-Kapital 59400 Liv. Sterl., also Kosten für eine engl. Meile 6600 Liv.

3) Carmarthenshire-Eisenbahn, bestätigt unter dem 3. Juni 1802. Länge 16 engl. Meilen. Transport: Kalk, Eisenerze, Kohlen ꝛc. zur Verschiffung. Anlage-Kapital 35000 Liv. Sterl. daher die Kosten von einer englischen Meile 2200 Liv. Sterl.

4) Sirhoway-Eisenbahn (mit Rinnenschienen), bestätigt am 26. Juni 1802. Länge 10 engl. Meilen. Dient zur Unterstützung des Monmouthshire-Kanals. Anlage-Kapital 45000 Liv. Sterl.; also Kosten für die engl. Meile 4500 Liv. Sterl.

5) Croydon, Merstham und Godstone-Eisenbahn, bestätigt unter dem 17. Mai 1803, ist $15\frac{3}{4}$ engl. Meilen lang und eine Fortsetzung der Surrey-Eisenbahn, ist doppelt, 24 Fuß breit und es werden darauf Erze, Kohlen, Dünger und Waaren transportirt. Anlage-Kapital 90,000 Liv. Sterl. Kosten für 1 Meile 6000 Liv.

6) Oystermouth-Eisenbahn, bestätigt unterm 29. Juni 1804; ist 7 englische Meilen lang, und es wer-

---

[1]) 1 engl. Meile = 5280 engl., 5047,5 preußische Fuß = 0,2103 preuß. Meilen; 1 preuß. Meile = 4,756 engl.

den auf derselben Mineralien zur weitern Verschiffung transportirt. Anlage-Kapital 12,000 Liv. Sterl. Kosten auf eine Meile 1700 Liv. Sterl.

7) Kilmarnock- und Troon-Eisenbahn in der Grafschaft Ayr, bestätigt unterm 27. Mai 1808, ist $9^3/_4$ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen, Kalk anderen Mineralien und Waaren. Anlage-Kapital 55,000 Liv. Sterl. Kosten auf 1 Meile 7500 L. Sterl.

8) Gloucecter- und Cheltenham-Eisenbahn, bestätigt am 28. April 1809; Länge $11^3/_4$ englische Meilen; Transport: Kohlen und Waaren. Anlage-Kapital 50,000 Liv. Sterl.; Kosten auf 1 englische Meile 4300 Liv. Sterl. Aktienstand im September 1832, 78%.

9) Bullo-Pill- oder Forest of Dean-Eisenbahn in der Grafschaft Gloucester, bestätigt unterm 10. Juni 1809; ist $7^1/_2$ engl. Meilen lang und dient zum Transport, von Holz, Kohlen, Eisenerzen und anderen Mineralien aus dem königlichen Forst von Dean zum Severn-Fluß. Anlage-Kapital 125,000 L. St., Kosten für eine Meile, 6700 L. St. Aktienstand im September 1832, 60%.

10) Severn- und Wye-Eisenbahn in Gloucestershire, bestätigt unterm 10. Juni 1809, ist $12^1/_4$ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen und andern Mineralien zum Severn. Anlage-Kapital 55,000 L. St. Kosten auf eine Meile 4490 L. St. Aktienstand im September 1832, 35%.

B. Eisenbahnen, die zwischen 1810 und 1820 durch eine Parlamentsakte inkorporirt wurden.

1) Monmuth-Eisenbahn, in Gloucestershire bestätigt unterm 24. Mai 1810; ist etwa 8 engl. Meilen lang und dient zum Transport von Holz, Kohlen, Steinen u. s. w. Anlage-Kapital 28,000 L. St., Kosten auf 1 Meile 5000 L. St.

2) Hay-Eisenbahn in der Grafschaft Hereford, bestätigt unterm 25. Mai 1811. Anlage-Kapital 65,000 L. St.; Kosten auf 1 Meile 2700 L. St.

3) Clanfihangel-Eisenbahn in der Grafschaft Monmuth, bestätigt unter dem 25. Mai 1811. Länge 6½ engl. Meilen. Transport. Kohlen. Anlage-Kapital 35,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile 5400 L. St.

4) Grosmont-Eisenbahn, ebenfalls in Monmouth und eine Fortsetzung der vorhergehenden, bestätigt unterm 20. Mai 1812; ist 7 engl. Meilen lang. Anlage-Kapital 20,000 L. St; Kosten für eine engl. Meile 2800 L. St.

5) Penrhynmaur-Eisenbahn auf Anglesea, bestätigt unterm 9. Juni 1812, ist 7 engl. Meilen lang, und es werden auf derselben Kohlen und andere Frachten transportirt. Anlage-Kapital 23,000 L. St., Kosten für 1 engl. Meile 2800 L. St.

6) Mamhilad- oder Usk-Eisenbahn in Monmouth, bestätigt unterm 17. Juni 1814; 5 engl. Meilen lang und zum Transport von Kalk und Eisenerzen dienend. Anlage-Kapital 6000 L. St., Kosten für 1 engl. Meile 1200 Liv. Sterl.

7) Mansfield- und Pinxton-Eisenbahn in Droby, bestätigt den 16. Juni 1817. Länge 8¼ engl. Meilen; doppelte Bahn. Transport, Mineralien und Waaren. Anlage-Kapital 32,800 L. St.; Kosten für 1 Meile 4000 L.

8) Kington-Eisenbahn in Radnor, bestätigt unterm 23. Mai 1818. Länge 14 engl. Meilen. Transport, Kohlen, Kalk und andere Frachten. Die Bahn verbindet die Hay-Eisenbahn mit Kington. Anlage-Kapital 23,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 1640 L.

9) Plymouth- und Dartmoor-Eisenbahn in Devon, bestätigt unterm 2. Juni 1819. Länge gegen 18 engl. Meilen. Transport, Steine, Eisenerze, Metalle und andere Frachten. Anlage-Kapital 40,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 2200 L.

C. Eisenbahnen, die zwischen 1820 und 1830 durch eine Parlamentsakte inkorporirt wurden.

1) Stockton- und Darlington-Eisenbahn in Durham, bestätigt im April 1821. Länge 38 engl. Meilen,

doppelte Bahn. Transport, Kohlen, Erze, Metalle, Steine, Waaren und Personen. Anlage-Kapital 232,000 L. St. für Eisenbahn, Kettenbrücke über den Tors, Dock und Quai. Kosten für 1 engl. Meile 6100 L. St., einschließlich der genannten Bauwerke. Diese Bahn ist die erste, welche im größern Maaßstabe und unter allgemeinen Gesichtspunkten in England gebaut worden ist. Das Unternehmen war das Vorbild, dem bald die Bahn zwischen Liverpool und Manchester folgte und dasselbe übertraf; es hat unstreitig für die neuern großartigen Anlagen den richtigen Weg bezeichnet und gebahnt. Aktienstand im September 1832, 315%.

2) Stratford- und Moretow-Eisenbahn in Glocestershire, bestätigt im Mai 1821. Sie ist 18½ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen, Steinen, Getreide ꝛc. Anlage-Kapital 60,500 L. St., Kosten für die engl. Meile 3300 L. St.

3) Kirkintilloch- u. Mondkland-Eisenbahn in Dumbartenshire, bestätigt im Mai 1824. Länge 10 engl. Meilen. Transport, Eisen, Kohlen, Erze. Die Bahn verbindet die Eisenwerke zu Craig und die Umgegend mit dem Forth- und Clyde-Kanal. Anlage-Kapital 25,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile 2500 L.

4) Redruth- und Chasewater-Eisenbahn in Kornwall im Juni 1824 bestätigt, ist 10 engl. Meilen lang und dient zum Transport von Metallen, Erzen, Steinen, Getreide und Waaren. Anlage-Kapital 32,500 L. St., Kosten für eine engl. Meile 3250 L. St.

5) Bolton- und Leigh-Eisenbahn in Lankaster, bestätigt im März 1825, mit einer Länge von 7¾ engl. Meilen und mit doppelten Straßen. Es werden auf derselben Kohlen, Waaren und Personen transportirt. Anlage-Kapital 75,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 10,000 Liv. Sterl.

6) Canterbury- u. Whitestaple-Eisenbahn in Kent, bestätigt im Juni 1825. Sie ist 7 engl. Meilen lang und dient dazu, Waaren von London und der Themse

nach Canterbury zu transportiren. Anlage-Kapital 71,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile 10,000 L. St. Aktienstand im September 1832 70%.

7) Kromford- und High Peak-Eisenbahn in Derby, bestätigt im Mai 1825, $33^{7}/_{8}$ engl. Meilen lang und dazu bestimmt, die Wasserstraßen der Gegend von Derby und Nottingham mit denen von Manchester in Verbindung zu setzen, daher Frachten aller Art darauf transportirt werden. Anlage-Kapital 196,880 L. St., Kosten für die engl. Meile 5800 L. St.

8) Duffryn Clynoi und Porth Lawt-Eisenbahn in Glomorgan, bestätigt im Juni 1825, $16^{3}/_{4}$ engl. Meilen lang, auf welcher Kalk, Eisenstein, Baustein und Kohlen transportirt werden. Anlage-Kapital 60,000 L. St., Kosten für eine Meile 3600 L. St.

9) Nantle-Eisenbahn in Carnarvon, bestätigt im Mai 1825. Hat gegen 10 engl. Meilen Länge und wurde mit einem Anlage-Kapital von 40,000 L. St., auf die Meile mit 4000 L. St. ausgeführt.

10) Pembrey-Eisenbahn in Carmarthen, bestätigt im Juni 1825. Die Bahn hat nur eine unbedeutende Länge und ist den Zwecken eines Hafens und eines Kanals untergeordnet.

11) Portland-Eisenbahn in Dorset, bestätigt im Juni 1825. Die Länge der Bahn ist unbedeutend; sie hat zum Zweck, den Transport der sogenannten Portlandsteine (Orlithenkalk), wovon die meisten Bauwerke in London bestehen, zu erleichtern. Anlage-Kapital 7000 L. St.

12) Rumney-Eisenbahn in Monmouth, bestätigt im Mai 1825. Die Bahn hat eine Länge von $21^{3}/_{4}$ engl. Meilen und dient zum Transport von Erzen und Steinen. Sie schließt sich an die Sirhowey-Bahn an und eröffnet eine Kommunikation des innern Wales mit Newport. Anlage-Kapital 67,100 L. St., Kosten für eine Meile 3000 L.

13) West-Lothian-Eisenbahn in Linlithgow und Lanark (in Schottland), bestätigt im Juni 1825; ist 15 engl.

Meilen lang und wird zu dem Transport von Frachten und Personen benutzt. Anlage-Kapital 60,700 L. St., Kosten auf eine Meile 4000 L.

14) Aber Dulais-Eisenbahn in Glamorgan, bestätigt im Mai 1826; ist $8^{3}/_{4}$ engl. Meilen lang und es findet auf demselben Transport von Eisen, Erzen, Kohlen und Waaren statt. Anlage-Kapital 14,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 1600 L. St.

15) Airdrie oder Ballochney-Eisenbahn in Lanark, bestätigt im Mai 1826. Länge 6 engl. Meilen. Transport, Kohlen, Eisenstein, Waaren. Sie verbindet sich mit der Kirkintilloch-Bahn. Anlage-Kapital 28,500 L. St., Kosten auf eine Meile 4700 L.

16) Dundee und Newtyle-Eisenbahn, in Forfar (Schottland), bestätigt im Mai 1826; ist $11^{1}/_{2}$ engl. Meilen lang und verbindet das Innere des Landes mit dem Hafen von Dundee. Anlage-Kapital 40,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 3500 L.

17) Edinburg und Dalkeith-Eisenbahn, bestätigt im Mai 1826. Die Bahn ist 17 engl. Meilen lang, doppelt und wird zum Transport von Kohlen, Waaren und Personen benutzt. Anlage-Kapital 96,000 L. St., Kosten auf eine Meile 5600 L. St.

18) Die Garnkirk- und Glasgow-Eisenbahn in Lanark, ist im Mai 1826 bestätigt, $8^{1}/_{4}$ engl. Meilen lang und verbindet die Kirkintilloch-Eisenbahn über Garnkirk mit Glasgow. Anlage-Kapital 58,500 L. St., Kosten für eine Meile 7000 L.

19) Hack- und Wentbridge-Eisenbahn in York, bestätigt im Mai 1826; $7^{1}/_{3}$ engl. Meilen lang und vorzugsweise zum Transport von Steinen für London und andere Absatzörter bestimmt. Anlage-Kapital 21,700 L. St., Kosten für die Meile 3000 L. St.

20) Hereford-Eisenbahn in Monmouth, bestätigt im Mai 1826. Länge gegen 10 engl. Meilen. Transport, Frachten verschiedener Art. Die Bahn eröffnet eine Verbin-

bung von der Grasmont-Eisenbahn bis Herefors. Anlage-Kapital 35,200 L. St., Kosten für eine engl. Meile 3500 Liv. Sterl.

21) Liverpool- und Manchester-Eisenbahn. Diese berühmte Bahn, welche sich durch die großartigsten Anlagen, durch 3 Tunnels oder Tagestrecken, 33 Brücken, verschiedene Einschnitte und Aufschüttungen, worunter die durch die bruchige Gegend (das sogenannte Chatt Moos) besonders schwierig auszuführen war, auszeichnet, und durch den großen Erfolg der Dampfwagenfahrten, den Hauptanstoß zu Eisenbahnen in allen Ländern gab, wurde unterm 5. Mai 1826 bestätigt, 1827 begonnen und den 15. September 1830 für den Gebrauch des Publikums eröffnet. Ihre Länge beträgt $30^3/_4$ engl. Meilen, ihre Breite durchschnittlich 30 Fuß. Sie bildet einen doppelten Weg von vier einzelnen Gleisen, von welchen nach beiden Seiten wieder verschiedene Zweige nach Städten und Kohlengruben abgeleitet sind. Diese Zweige bestehen theils nur aus einem einfachen Wege mit Ausweichungen theils auch aus doppelten. Die Kosten der ganzen Anlage, mit Einschluß der erforderlich gewesenen Magazine, Ablageplätze und Gebäude aller Art, sollen etwa 1 Million L. St., also etwa 33,000 L. auf eine engl. Meile betragen haben. Der Aktienstand im Januar 1834 war 210%. Auf das Technische dieser musterhaften Anlage werden wir noch oft zurückkommen [1]); über den Verkehr auf derselben redeten wir schon weiter oben.

22) Manchester- und Oldham-Eisenbahn, bestätigt im Mai 1826; ist gegen 10 engl. Meilen lang und auf derselben werden Kohlen und Waaren transportirt. Anlage-Kapital 95,000 L. St., Kosten für eine Meile 9500 L. St.

---

1) Eine vollständige Beschreibung giebt die „History et Description of the Liverpool and Manchester Railway.“ Liverpool 1832. Auch in den Verhandl. des Berliner Gewerbevereins; in den Jahrgängen 1831 und 34 findet man treffliche Beschreibungen dieser Eisenbahn, von den Herren Henze und Egen.

23) Glasgow-, Paisley- und Ardroſſan-Eiſenbahn, beſtätigt im Juni 1827. Länge $22^3/_8$ engl. Meilen. Transport, Kohlen, Waaren, Getreide, verſchiedene andere Frachten. Anlage-Kapital 95,700 L. St., Koſten für eine engl. Meile 4300 L. St.

24) Bridgend-Eiſenbahn in Glamorgan, beſtätigt im Juni 1828; iſt $4^1/_2$ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen und andern Frachten. Die Bahn verbindet die Duffryn-Clynoi-Bahn und die benachbarten Kohlengruben mit der Stadt Bridgend. Anlage-Kapital 10,000 L. St., Koſten auf eine engl. Meile 2200 L.

25) Briſtol- und Glouceſterſhire-Eiſenbahn, beſtätigt im Juni 1828. Länge 9 engl. Meilen. Transport, Kohlen, Steine, Waaren nach und von Briſtol. Anlage-Kapital 77,000 L. St., Koſten auf eine engl. Meile 8600 L. St. Sie wurde am 6. Aug. 1835 eröffnet. Die Einſtiche und Ausfüllungen ſind bei derſelben beträchtlicher, als bei irgend einer andern ausgeführten Bahn. Sie hat einen Tunnel 1540 Fuß lang und eine 56 Fuß hohe Ausfüllung.

26) Clarence-Eiſenbahn in Durham, beſtätigt im Mai 1828. Länge mit allen Verzweigungen $45^3/_4$ engl. Meilen. Transport, Kohlen, Kalk und andere Frachten. Die Bahn vereinigt ſich mit der Darlington- und Stockton-Bahn. Anlage-Kapital 260,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 5700 L. St., Aktienſtand im September 1832 $89^1/_2$ %.

27) Glouceſterſhire- und Avon-Eiſenbahn, beſtätigt im Juni 1828. Länge $5^1/_4$ engl. Meilen. Die Bahn ſoll Kohlen und Steine wohlfeil zum Avon ſchaffen. Anlage-Kapital 31,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 6000 L. St.

28) Clanelly-Eiſenbahn in Carmarthen, beſtätigt im Juni 1828. Länge $2^1/_2$ engl. Meilen. Die Bahn ſoll Mineralien und andere Landesprodukte zum Meere führen. Anlage-Kapital für Bahn und Dock von 200 Yards Länge,

und 55 Yards Breite 20,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile etwa 5000 L.

29) Kenyon- und Leigh-Eisenbahn in Lancaster, bestätigt im Mai 1829. Länge 4 engl. Meilen. Doppelte Bahn. Diese Bahn ist die Verbindungsstraße zwischen der Bolton- und Leigh- und Liverpool-Manchester-Eisenbahn. Anlage-Kapital 31,000 L. St., Kosten für eine engl. Meile 7750 L. St.

30) Newcastle- und Carlisle-Eisenbahn in Kumberland, bestätigt im Mai 1829. Länge ohngefähr 60 engl. Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Frachten aller Art, auch Personen. Anlage-Kapital 400,000 L. St, Kosten für eine engl. Meile 4839 L. St.

31) Saundersfoot-Eisenbahn in Pembroke, bestätigt im Juni 1829. Länge 6½ engl. Meilen. Die Bahn wurde veranschlagt zu 17,214 L. St., Kosten für die engl. Meile 2700 L.

32) Warrington- und Newton-Eisenbahn in Lancaster, bestätigt im Mai 1829. Länge 5½ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Sie geht von Warrington bis in die Nähe von Newton, wo sie sich mit der Liverpool- und Manchester-Bahn verbindet. Frachten aller Art, auch Personenverkehr. Anlage-Kapital 73,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 13,300 L.

33) Wishaw- und Coltnes-Eisenbahn in Lanark; bestätigt im Juni 1829. Die Länge beträgt an 15 engl. Meilen. Die Bahn kommt aus dem Kohlenbezirk von Chapel und Franfoot, und schließt sich an die Kinkintilloch-Bahn an. Anlage-Kapital 80,000 L. St., Kosten für die engl. Meile 5300 L. St.

IV. Eisenbahnen, die von 1830 bis 1834 durch eine Parlamentsakte inkorporirt wurden.

1) St. Helens- und Runcorn-Eisenbahn in Lancaster, bestätigt im Mai 1830. Länge 6⅞ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Die Bahn verbindet die Cowleyhill Kohlengruben mit dem Mersey und durchschneidet die westliche Hälfte

der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn faſt rechtwinklich. Anlage-Kapital 150,000 L. St., wovon 42,000 L. auf Docks- und andere Bauten kommen. Koſten für die engl. Meile 12,000 L. St.

2) Leeds- und Selby-Eiſenbahn in Yorkſhire, beſtätigt im Mai 1829. Länge 19⅞ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Waaren, Kohlen, Perſonen. Anlage-Kapital 300,000 L. St., Koſten für die engl. Meile 15,700 Liv. Sterl.

3) Leiceſter- und Swannington-Eiſenbahn in Leiceſterſhire, beſtätigt 1830. Länge 15¾ engl. Meilen. Transport, Kohlen, Kalk und andere Mineralien nach Leiceſter. Anlage-Kapital 110,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 7000 L. St.

4) Polloc- und Govan-Eiſenbahn in Lanark, beſtätigt im Mai 1830. Länge ⅞ engl. Meilen. Transport, Kohlen. Die Bahn geht von den Govan-Kohlengruben zur ſogenannten Tradestown von Glasgow. Veranſchlagung 9700 L. St.

5) Wigan-Eiſenbahn in Lancaſter, beſtätigt, 6½ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Kohlen, Waaren, Perſonen. Die Bahn gehört als Zweig zur Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn. Anlage-Kapital 87,500 L. St., Koſten für die engl. Meile 13,500 L. St.

6) London- und Birmingham-Eiſenbahn, beſtätigt 1833. Länge 112½ engl. (24½ deutſche) Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Waaren, Metalle, Perſonen, Thiere. Koſten-Anſchlag 2½ Millionen L. St. Koſten für eine engl. Meile 22,000 L. St.

7) London- und Greenwich-Eiſenbahn, beſtätigt im Mai 1833, vollendet Ende 1835. Länge 3½ engl. Meilen von Greenwich bis nach der London-Brücke. Doppelte Bahn. Transport, Perſonen. Der Koſten-Anſchlag beläuft ſich auf 400,000 L. St., alſo auf jede engl. Meile über 100,000 L. St., da die Bahn nicht auf dem Boden,

sondern auf Bogen fortläuft, die sich mehr als 20 Fuß über jenen erheben, damit der städtische Verkehr nicht gestört wird.

8) London- und Bristol-Eisenbahn. Die Kanalverbindung zwischen beiden Städten hat eine Länge von 179 engl. Meilen. Die Eisenbahn wird eine Länge von 122 engl. Meilen erhalten. Der Kosten-Anschlag berechnet die Summen von 2,550,000 L. St.

E. Privateisenbahnen in England.

So vollständig das Verzeichniß der vom Parlamente bis zum Jahr 1834 anerkannten Bahnen ist, so unvollständig ist das Verzeichniß der Privatbahnen; wir können nur einige der bedeutendern anführen, welches zu unserm Zweck aber auch vollkommen hinreicht, da wir nur zeigen wollen, wie sehr ausgedehnt schon jezt die Eisenbahnen in England sind.

1) Brunton- und Shields-Eisenbahn im Kohlenbezirk von Newcastle, wird zum Transport von Kohlen benuzt.

2) In der Umgegend von Morthyr-Tydwil in Wales, wo sich eine große Menge von Hohöfen in der Nähe von den Steinkohlen- und Eisenerz-Bergwerken befinden, ist die Anzahl der seit dem Jahre 1791 angelegten Eisenbahnen, um Kohlen, Koaks, Eisensteine und Kalksteine zu den Hütten zu führen, sowohl über als unter Tage sehr groß. Es sind dieß Rinnen- oder deutsche Schienenwege von schlechter Konstruktion. Es wird nur mit Pferden auf demselben gefördert. Im Jahre 1811 betrug die Gesammtlänge dieser Schienenwege schon 150 engl. (31½ preuß. Meilen.

3) Die Clanberris-Eisenbahn bei Bangor in Nord-Wales, ist 10 englische Meilen lang und wird zum Transport von Schiefer benuzt.

4) Die Clydach-Eisenbahn bei Swansea führt von der Clydach Kohlengrube bis zum Kanal und ist 2½ engl. Meilen lang.

5) Die Fawdon- und 6), die Team-Colliery-Eisenbahn, beide in der Nähe von Newcastle und zum

Transport der Steinkohlen von den Gruben zum Tyne-Flusse dienend. Die erstere von den beiden Bahnen ist $9^{3}/_{4}$ engl. Meilen lang.

7) Die Hetton- und Sunderland-Eisenbahn, $7^{1}/_{2}$ engl. Meilen lang, welche die Steinkohlen von der Hettongrube, jetzt der größten in England, zum Wernfluß bei Sunderland führt und wegen der großen, durch bedeutende Steigungen veranlaßten Schwierigkeiten merkwürdig ist, welche auf dieser Bahn überwunden werden mußten.

8) Die Penrhyn-Eisenbahn führt den sehr beliebten dünnspaltenden Dachschiefer aus den Brüchen bei Penrhyn unweit Bangor in Carnarvonshire in Nordwales, $6^{1}/_{4}$ engl. Meilen weit zum Meere nach Port Penrhyn. Ist schon 1801 und 1802 angelegt.

9) Die Sandycroft-Eisenbahn in Flintshire, 6 engl. Meilen lang.

10) Die Sheffield-Eisenbahn, wird zum Transport von Kohlen, Ziegeln und Erzen benutzt.

Wir begnügen uns mit der Angabe der obigen Privateisenbahnen, deren es noch viele andere giebt und deren Gesammtlänge über 400 engl. Meilen betragen dürfte.

Die Hauptdaten des obigen Verzeichnisses der bis 1834 durch Parlamentsakten inkorporirten Eisenbahnen, lassen sich in folgender Tabelle zusammenstellen:

Zeit der Anlage.	Anzahl der Bahnen.	Gesammt-Länge.	Mittlere Anlagekosten für die engl. Meile.
Vor 1810	10	102 Meil.	5960 L. St.
Von 1810 bis 1820	9	$97^{3}/_{4}$ =	3100 = =
= 1820 = 1830	33	$481^{5}/_{8}$ =	6270 = =
= 1830 = 1834	8	$289^{7}/_{8}$ =	13600 = =
Summa	60	$971^{1}/_{4}$ Meil.	—
Mittel	—	—	7230 L. St.

Es muß hier noch bemerkt werden, daß die Anlagekosten der Eisenbahnen bei dem obigen Verzeichniß im Allgemeinen zu hoch angenommen worden sind. In der Regel wird in England bei einem Eisenbahnunternehmen der Anschlag durch die Aktienausgabe völlig gedeckt. Dann aber läßt man sich vom Parlament die Berechtigung ertheilen, etwa 30% vom Anschlag in Anleihen aufzunehmen, um für alle Fälle gedeckt zu seyn. Diese in dem obigen Rubrum „Anlagekapital" mit begriffene Anleihesumme, wird selten erschöpft und nie überschritten. Dann auch sind bei allen Bahnen die Anlage von Waarenhäusern, andern Gebäuden, die Anschaffung von Dampfwagen, Personen- und Frachtwagen ꝛc. mit eingerechnet. Wenn man nun dagegen annimmt, daß sämmtliche Bahnen doppelt sind, für welche die mittlern Anlagekosten berechnet wurden, so mag sich obige zu starke Annahme wieder ausgleichen. Darnach betrügen die Kosten einer doppelten Eisenbahn in England im Durchschnitt 7000 L. St. auf die Meile. Tredgold; v. Oeynhausen und v. Dechen nehmen diese Kosten nur zu 5000 L. St. für Bahnen von solider Construktion an. Wir kommen weiter unten in dem Werk, wieder auf diesen Gegenstand zurück.

Die Gesammtlänge der Kanäle in England beträgt, wie schon oben bemerkt, 2700 engl. Meilen, die der Eisenbahnen dürfte jetzt noch nicht zwei Drittel davon betragen. Da aber in den letzten Jahrzehnden die neuen Kanalanlagen immer mehr zurück, die Eisenbahnanlagen aber immer überwiegender hervorgetreten sind, so läßt sich erwarten, daß ihre Länge die der Kanäle bald überflügelt haben wird. Die Vortheile davon müssen für das Land unermeßlich seyn.

Seit 1834 sind folgende bedeutende Eisenbahnlinien entweder bereits vollendet, oder in der Anlage begriffen, oder erst projektirt.

1) Die Eisenbahn von Dublin nach Kingstown in Irland, ist 6 engl. Meilen lang und ihre Anlage, die im Dezember 1834 vollendet war, kostete 1,516,000 L. St.

Im ersten Vierteljahr nach ihrer Eröffnung beförderte sie 177,117 Personen [1]).

2) Die Bahn von Birmingham nach Warrington, als Fortsetzung der Bahn von London nach Birmingham. Von Warrington bis Newton besteht, wie wir schon oben sahen, eine gute Bahn. Es wird also der Ausbau der genannten Linie, London mit Liverpool und Manchester in Verbindung setzen. Die Länge der Bahn beträgt 80 engl. Meilen. Die Gegend bietet keine besondere Schwierigkeiten dar, indem der höchste zu übersteigende Bergrücken sich kaum 400 Fuß über das Meer erhebt.

3) Die Bahn von Edinburg nach Glasgow. Diese Bahn ist schon seit dem Jahre 1826 ein Gegenstand der Verhandlungen und genauen Vermessungen gewesen. Der berühmte Ingenieur Jam. Jardine schlug eine Linie von 48 engl. Meilen Ausdehnung vor, die mitten durch den wichtigen Eisen- und Kohlenbezirk von Schottland geht, aber eine Höhe von 800 Fuß zu übersteigen haben würde. Man hat dieses Hindernisses wegen diese sonst sehr vortheilhafte Linie verlassen. Die von den Ingenieurs Grainger und Miller vorgeschlagen und von Stevensohn ganz gebilligte Linie, schließt sich an die Garnkirk-Glasgow-Bahn an. Sie hat eine Länge von 46 engl. Meilen, hat eine Höhe von 630 Fuß zu übersteigen, und erhält im Maximo ein Ansteigen von nur 1 : 180. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß diese Linie ausgebauet werden wird.

4) Bahn von London nach Dover. Die Bahn von London nach Greenwich wird als der Anfang der genannten größern Linie angesehen. Die Linie würde 79 engl. Meilen lang werden, und bietet nur bei einigen Flußübergängen Schwierigkeiten dar. Der Ausbau ist für eine Meile zu 8000 bis 10,000 L. geschätzt worden.

---

1) Siehe D. Stephenson's treffliche Bemerkungen über diese Bahn in Nro. 40. (Jan. — Apr. 1836) des Edinburgh new philosoph. Journal.

5) Bahn von London nach Southampton. Die Linie iſt von Francis Giles in Vorſchlag gebracht. Sie iſt 80 engl. Meilen lang, hat eine Höhe von 380 Fuß zu überſteigen, welches mit einer Steigung von 1 : 240 geſchehen kann und iſt zu 100,000 L. St., alſo für eine engl. Meile zu 12,500 L. veranſchlagt.

6) Bahn von London nach Brighton und Shoreham. Der berühmte Ingenieur Vignolds hat eine Linie von 54 engl. Meilen Länge vorgeſchlagen. Sie hat bei Merstham eine Höhe von 360 F. zu überſchreiten. Eine zweite Linie von 56 engl. Meil. Länge iſt von Rennie in Vorſchlag gebracht worden. In dieſer Linie liegen vier Gebirgsrücken von 700 bis 800 Fuß Höhe. Rennie will durch Tunnel von einer Geſammtlänge von 10 engl. Meilen dieſe Hinderniſſe aus dem Wege räumen. Er ſchlägt die Baukoſten zu 850,000 L. St. an. N. W. Cundy bringt einen andern Plan in Vorſchlag. Er weißt mit Sachkenntniß eine Linie von London auf Horsham, Arundel, Chicheſter, Cosham und Southampton, mit Zweiglinien von Horsham nach Shoreham und Brigthon, und von Cosham nach Portsmouth, nach, von 106 engl. Meilen Länge, welche nur zwei bedeutende Bergrücken von 150 und 200 F. Höhe zu überſteigen hat, und die Zwecke der zwei hier genannten Bahnen mit einander vereinigt. Die Koſten berechnet er zu $1^1/_2$ Millionen L. St., alſo für 1 engl. Meile 14,000 L. St.

7) Die Bahn von London nach York. Cundy bringt dieſe Bahn in Vorſchlag, und will mit ihr fünf Zweigbahnen (nach Leeds, Norwich, Nottingham, Sheffield und Hull) verbinden. Die Hauptlinie beträgt 190 engl. Meilen, die Zweigbahn von Cambridge nach Northwich iſt 58 engl. Meilen lang, die Zweigbahn nach Nottingham hat 25 engl. Meilen, die Zweigbahn nach Hull hat 30 engl. Meilen, die Zweigbahn nach Sheffield hat ebenfalls 30 engl. Meilen und die ſchon vollendete Zweigbahn von Selby nach Leeds hat 20 engl. Meilen Länge. Die ganze Ausdehnung dieſes Bahnſyſtems beträgt alſo 353 engl. Meilen. Dieſe Linie

bekäme eine außerordentliche günstige Lage, sowohl was den mechanischen Effekt, als auch den Verkehr betrifft. Die Kosten ihrer Ausführung sind zu 4 Millionen L. St. veranschlagt worden, welches für die engl. Meile 12,000 L. St. ausmacht.

7) Bahn von Manchester nach Bolton le Moors. Nach einem Plan von Alex. Nimmo würde diese Bahn gegen 11 engl. Meilen lang werden. Von Ringley geht eine Zweigbahn von 5 engl. Meilen Länge auf Hulton ab, um sich dort mit der Bolton- und Leig-Bahn zu verbinden; ein anderer Zweig geht von demselben Theilpunkte in einer Länge von 6 engl. Meilen auf Bury ab. Das ganze Bahnsystem erhält also eine Länge von 22 engl. Meilen. Der Verkehr zwischen Manchester und Umgegend mit 280,000 Einwohnern auf der einen Seite und Bolton mit 64,000 Einwohnern, so wie Bury mit 48,000 Einwohnern auf der andern Seite, ist von so großer Bedeutung, daß die Eisenbahn unstreitig einen reichlichen Gewinn abwerfen, und das allgemeine Interesse auf die entschiedendste Art fördern wird. Jetzt hat der Bau der Bahn wirklich begonnen.

Die Gesammtlänge dieser in Vorschlag gebrachten und größtentheils schon berathenen und vermessenen Eisenbahnlinien, beträgt gegen 700 engl. Meil. und der Ausbau derselben würde einen Aufwand von 9 Mill. L. St. erfordern.

II. Frankreich.

Es giebt in Frankreich bis jetzt drei Haupt-Eisenbahnen. Die erste, deren Errichtung eine Ordonnanz vom 26. Febr. 1823 autorisirte, ist 22,000 Metres ($5^1/_2$ Lieues) lang und erstreckt sich von St. Etienne bis zur Loire. Zur Erbauung der beiden andern wurden die Ordonnanzen vom 7. Juni 1826 und 1. Juni 1828 erlassen; sie erstrecken sich von Lyon nach St. Etienne (58,000 Met. — $14^1/_2$ Lieues —) und von St. Etienne nach Andrézieux (68,000 Met. — 17 Lieues —). Die ganze Eisenbahnstrecke ist daher 37 Lieues oder $16^1/_4$ deutsche Meilen lang. Die Bahn von Lyon nach

St. Etienne iſt konvex; ſie erſtreckt ſich nicht bis ins Innere Lyons, ſondern fängt erſt eine Strecke außerhalb der Stadt an. Die Paſſagirwagen werden von Pferden gezogen und bergab ſind gar keine Pferde nöthig, die Wagen laufen von ſelbſt und man braucht ſie nur zu lenken und die Schnelligkeit des Laufs zu ermäßigen. An einigen Theilen der Bahnen geſchieht der Transport jetzt auch mit Dampfwagen.

Ferner wurde eine Eiſenbahn für die Steinkohlenwerke von Epinac, 4 Stunden von Autun, 6 Stunden von Beaune und 7 Stunden vom Kanal von Burgund, nach dem letztern angelegt; eine andere ſollte von Montbriſon, das $2^1/_2$ Lieues von der Eiſenbahn von der Rhone nach der Loire entfernt iſt, angelegt werden.

Vorſchläge wurden zu Bahnen von Paris nach Lille und Brüſſel, Straßburg, Havre, Rouen, Marſeille (über Lyon) und Tours ꝛc., von Alais nach Beaucaire, gemacht.

III. Belgien.

Alle Städte Belgiens ſollen mittelſt Eiſenbahnen verbunden werden, an denen auf Koſten der Regierung thätig gearbeitet wird [1]). Eine Eiſenbahn von Antwerpen über Settars nach Köln würde etwa 4,134,000 Thlr. koſten und ſelbſt Frachten würden den Weg in 10 Stunden machen können. — Von dieſen Eiſenbahnen wurde im Mai vorigen Jahres zuerſt die $2^1/_2$ deutſche Meile lange Strecke von Brüſſel nach Mecheln eröffnet, die weitere nach Antwerpen wurde im Mai d. J. (1836) vollendet. — Die erſtere Strecke hat 1,225,100 Fr. gekoſtet; die Einnahme in den erſten drei

---

[1]) „Ueber den Entwurf der Eiſenbahn zwiſchen Antwerpen, Brüſſel, Lüttich und Verviers, als erſte Sektion der Straße von Antwerp nach Köln," von den Ingenieuren der Bahn, v. Ridder und Simons (geſchrieben 1833), in Crelle's Journal für die Baukunſt, Bd. 8, S. 270, 367; Bd. 9, S. 33. — Plieninger's kurzer Bericht über die Eiſenbahn von Brüſſel nach Mecheln, nebſt allgemeinen Bemerkungen über Eiſenbahn-Anlagen überhaupt ꝛc. Stuttgart, 1836.

Monaten betrug 106,800 Fr. Die Fahrt von Brüssel nach Mecheln wird, mit Dampfkraft in $^3/_4$ Stunden zurückgelegt. Wir kommen weiter unten auf diese vortrefflich angelegte Bahn zurück, bei der man sich strenger als irgendwo auf dem Continent an englische Vorbilder gehalten; einestheils weil der Erfolg bereits über den praktischen Werth jener Konstruktionsarten, welche als das Resultat einer langen Reihe von Erfahrungen und allmähliger Verbesserungen zu betrachten sind, entschieden hat, anderntheils weil die Entsagung von allen willkührlichen Abänderungen bewährter Einrichtungen wahrscheinlich das beste Mittel ist, um die Annahme von einerlei Grundsätzen in den beiden Ländern (Belgien und Rheinpreußen), welche die Eisenbahn zur Verbindung der Schelde mit dem Rhein durchschneiden soll, zu befördern.

IV. Deutschland.

Holzbahnen hatte Deutschland früher als England bei einigen Bergwerken und selbst Eisenbahnen wendete man seit Beginn dieses Jahrhunderts bei denselben auf dem Harz, in Oberschlesien ꝛc. an. Die erste große Eisenbahn war die von Budweis nach Linz und die erste mit Dampfwagen (nimmt man einige bei den Steinkohlenbergwerken in Oberschlesien und bei Saarbrück 1818, angestellte Versuche mit Dampfwagen älterer Einrichtung aus), die von Nürnberg nach Fürth.

Die Eisenbahn von Linz nach Budweis, zur Verbindung der Moldau und der Donau wurde von dem Ritter Fr. Anton von Gerstner, (dem Herausgeber des klassischen, auch hier vielfältig benutzten „Handbuchs der Mechanik",) in den Jahren 1826—1832 ausgeführt; sie ist einfach, 17 niederösterreichische Meilen lang und kostete 1,686,600 Fl. Conv. M., die Bahn besteht aus Holz, indem auf Mauern, zu beiden Seiten der Bahn, von 8 zu 8 Fuß Querhölzer gelegt und auf diese wieder in der Spurweite von $3^1/_2$ Fuß, die 6 Zoll im Geviert starken Bahnhölzer eingelassen sind. Auf diese Hölzer sind schneideeiserne, 2 Zoll

breite und 3 Linien dicke Schienen genagelt [1]). Die Förderung der Frachten von Salz und Brennholz und von Personen, geschieht durch Pferde.

Eine zweite, eben so eingerichtete Bahn ist in den Jahren 1828 bis 1831 zwischen Prag und Pilsen angelegt; sie ist 19¼ österr. Meilen lang. — Auch bei Pesth findet man eine ähnliche Bahn.

Ein Pferd zieht auf diesen Bahnen 122 Centner in drei Wagen, oder 40 Reisende in gestrecktem Trabe, oder legt in ¼ Stunde eine Stunde Wegs zurück.

In diesem Jahre (1836) soll eine weitere Bahn von Linz über Ebersberg nach Gmünd fertig werden, wobei auch eine Verbindung des Gmünder-Sees mit dem Hallstädter durch einen Kanal oder eine Eisenbahn beabsichtigt wird. Diese Verlängerung kostet noch 650,000 fl.

Eisenbahn von Wien nach Galizien. Die Arbeiten haben in diesem Jahre begonnen; sie soll hauptsächlich zum Viehe, Getreide- und Salztransport ꝛc. dienen. Die Arbeiten sollen von mehreren Punkten aus betrieben und der Theil von Bielitz bis Bochnia zuerst fertig werden. Sie geht bei Dziedzic im Weichselthale bis Podgorze und von Dziedzic geht ein Flügel bis Bielitz. Die ganze Länge von Wien bis Bochnia beträgt 60 deutsche Meilen. Die Bahn wird 12 Millionen fl. C. M. kosten. — Der Weg von Wien nach Lemberg wird alsdann in 22 Stunden zurückgelegt werden können.

Die Eisenbahn zwischen Nürnberg u. Fürth, die erste in Deutschland, welche mit Dampfwagen befahren wird, wurde im März 1835 begonnen und am 6. Dezember desselben Jahres eröffnet. — Sie ist 21,000, also fast eine Meile lang und besteht aus gewalzten Eisenschienen. Die Bahn ist sehr fest gebauet und kostete 175,169 fl. [2])

---

[1]) Herr G. R. Crelle nennt solche Bahnen hölzerne, mit Eisen plattirte Bahnen.

[2]) Scharrer's Deutschlands erste Eisenbahn mit Dampfkraft, oder „Verhandlungen der Ludwigs-Eisenbahn" Gesellschaft in Nürnberg. Mit 3 Tafeln Abbildungen. Nürnberg 1836.

Im Entwurfe begriffen für Bayern sind Eisenbahnen von München nach Augsburg, Nürnberg und von da an die sächsische Gränze nach Koburg, so wie andere von München nach Salzburg, von Augsburg nach Lindau. — In Rheinbayern bildete sich 1836 eine Gesellschaft für eine Eisenbahn von Saarbrücken nach dem Rhein, die ohngefähr 16 Meilen lang werden, ungefähr 4 Millionen fl. kosten und hauptsächlich zum Steinkohlentransporte dienen würde.

Die längst projectirte, vielfältig besprochene, große und wichtige Eisenbahn von Hamburg und Bremen nach Braunschweig und Hannover, scheint immer noch nicht zur Ausführung zu kommen. Ueber das Spezielle des Plans ist man noch nicht ganz einig. Die Bahn von Hamburg oder Haarburg würde nach Celle führen, und von dort aus ein Strang nach Hannover der andere nach Braunschweig gehen. Die Bahn von Bremen soll über Verden und Hannover führen und auch Hamburg und Bremen sollen unmittelbar miteinander verbunden werden. Die Wichtigkeit dieser Bahn nicht allein für Hannover und Braunschweig und die Hanseſtädte sondern für das ganze nördliche und mittlere Deutschland, wird aus folgenden Betrachtungen deutlich.

Die Entfernung von Celle bis Haarburg, auf der Chaussee, beträgt etwa 14 Meilen, dagegen von Hamburg bis London, auf der Elbe und der Nordsee, etwa 100 Meilen. Zwischen den ersten beiden Orten dauert der Transport von Frachtgütern 3 bis 4 Tage und kostet an Fracht der Centner 12 ggr. Ein Schiff bedarf bei mäßig günstigem Winde von Hamburg nach London ebenfalls nicht über 4 Tage und der Centner kostet nur 8 bis 10 ggr.; folglich erfordert unter den jetzigen Umständen, der Transport von Celle bis Haarburg für nur 14 Meilen denselben Kosten und Zeitenaufwand, als von Hamburg nach London für 100 Meilen.

Diese große Verschiedenheiten und Vorzüge zwischen dem See- und dem Landtransport, findet man nun zwischen

dem Transport auf einer Chauſſee und einer Eiſenbahn ebenfalls. — Auf der Eiſenbahn von Celle bis Hamburg würde der Gütertransport nur 16 bis 18 Stunden anſtatt 4 Tage dauern, und die Fracht nur etwa 3 ggr. ſtatt 12 ggr. betragen; mithin vermindern ſich die Koſten und die Zeit des Transportes bis auf den vierten Theil der bisherigen. — Wenn alſo wie durch die Seeſchifffahrt, ſo auch durch Eiſenbahnen, die Entfernungen, vorzüglich was die Koſten anbelangt, verringert werden, ſo bewirken letztere daſſelbe Reſultat wie die erſtern, nämlich das, daß die ſo verbundenen Ortſchaften näher aneinander rücken. So werden ſich z. B. die Handelsverhältniſſe der Städte Braunſchweig und Hannover in dem Maaß umgeſtalten, als es der Fall ſeyn würde, wenn beide Städte, ſtatt 20 Meilen, nur 4 bis 5 Meilen von Hamburg entlegen wären, und ſo wie dieſe Städte gewiſſermaßen dem Meere näher rücken, ſo vermindert ſich auch die Entfernung der tiefer in Deutſchland gelegenen Gegenden von den Meeresküſten. — Ein Theil des Tranſits, der ſich jetzt nach dem Rhein gezogen hat und wenn die Eiſenbahn von Antwerpen nach Cöln vollendet iſt, auf welcher die Waaren für 16 bis 20 ggr. der Centner, in 4 bis 6 Tagen in Cöln ſeyn können, während ſie über Hamburg und Bremen jetzt 14 bis 16 Tage gebrauchen und 2 Rthlr. Fracht koſten, ſich noch mehr wegwenden muß, wird ſobald die große Eiſenbahn-Linie zwiſchen Hamburg, Bremen, Hannover und Braunſchweig vorhanden iſt, wiederum den alten Weg einſchlagen. Die ganze Länge der Bahn würde etwa 26 Meilen lang ſein und 50,000 Rthlr. die Meile, alſo im Ganzen 1,300,000 Rthlr. koſten [1]).

---

1) Glünder, kurze Darſtellung einiger der wichtigſten Verhältniſſe für Eiſenbahnen, mit beſonderer Beziehung auf ſolche Anlagen zwiſchen Hamburg, Bremen und Hannover. Hannover 1834. — Darſtellung einiger Verhältniſſe auf die Hamburg-Hannoverſche Eiſenbahn, mit Angabe ihres großen allgemeinen Nutzens und ihrer beſondern Vortheile für das Königreich Hannover. Daſelbſt.

Die braunſchweigiſche Regierung beabſichtigt auch die Anlage einer Eiſenbahn von Braunſchweig nach dem ohngefähr 5 Meilen davon entfernten Harzburg, welche hauptſächlich den Zweck haben ſoll, Holz, Metalle und andere Hauptprodukte nach der Hauptſtadt und ins Land zu ſchaffen.

Eiſenbahn von Frankfurt bis Mainz und Wiesbaden. Die Koſten wurden zu 1½ Mill. fl. berechnet. In Darmſtadt hat ſich 1836 für dieſe und andere Bahnen ein Verein gebildet, und bedeutende Summen unterzeichnet.

Eiſenbahn von Hamburg nach Lübeck. Sie würde von Altona ausgehen, 8 deutſche Meilen lang werden und 275,000 L. St. koſten. Es bildete ſich dafür in London eine Geſellſchaft, aber die däniſche Regierung hat bis jetzt ihre Bewilligung nicht ertheilt.

Die Anlage einer Eiſenbahn von Mannheim bis Baſel iſt 1836 von der badiſchen Regierung genehmigt worden und dürfte nun bald beginnen. Sie würde 28 deutſche Meilen lang werden und 13½ Millionen fl. koſten, und man wird von Mannheim nach Baſel in 8 bis 12 Stunden reiſen können; die Fracht beträgt jetzt 2 fl. für den Centner und man gebraucht dazu 8 bis 10 Tage auf der Eiſenbahn würde dagegen der Centner 36—50 kr. koſten [1]).

Sachſen. Der Bau der Eiſenbahn von Leipzig nach Dresden (12 Meilen entfernt) begann in dieſem Jahre. Die Koſten ſind auf 1½ Millionen Thaler berechnet. — Für eine Bahn von Chemnitz nach Leipzig, Dresden und Zwickau, bildete ſich in dieſem Jahre ein Verein.

Preußen. Bei mehreren Steinkohlen-Bergwerken, z. B. in Oberſchleſien, bei Langenberg an der Ruhr und bei Saarbrücken, ſind ſchon ſeit längerer Zeit Eiſenbahnen zur Kohlenförderung in Anwendung; auch wurde 1835 der Bau

---

[1]) Newhouſe, Vorſchlag zur Herſtellung einer Eiſenbahn im Großherzogthum Baden, von Mannheim bis Baſel. Karlsruhe 1835.

einer Bahn von der Saline Dürrenberg unweit Merſeburg nach den Braunkohlen-Bergwerken bei Pollwitz begonnen, der im Jahre 1836 vollendet werden ſollte. Beim Poſener Feſtungsbau ſteht eine palmerſche Eiſenbahn in Anwendung die mit den Abzweigungen 761½ Ruthen lang iſt und 3651 Thaler gekoſtet hat.

Projektirt und theilweis von der Regierung genehmigt ſind folgende größere Eiſenbahnen: 1) Von Berlin nach Potsdam, 3¼ Meile lang, wozu 700,000 Thaler unterzeichnet ſind. — 2) Von Köln nach Antwerpen, von welcher wir ſchon weiter oben bei Belgien redeten [1]). — 3) Von Düſſeldorf nach Elberfeld. — 4) Von Minden bis Köln, oder von der Weſer bis zum Rhein, über Rheine, Bielefeld, Kaſtrupp, Witten und Elberfeld, indem gerade auf dieſer Linie die wichtigſten Fabrikgegenden und die märkiſchen Steinkohlen-Bergwerke durchſchnitten werden; auch könnte ſich ſo dieſe Eiſenbahn an die projektirten Bahnen von Hörde bis in die Gegend von Hamm und vom Oſterbaum, zwiſchen Elberfeld und Barmen, nach der Kemnade im Ruhrthal, anſchließen. Die Entfernung zwiſchen Minden und Cöln beträgt ohngefähr 33 Meilen: die Koſten ſind zu ohngefähr 2½ Mill. Thlr. veranſchlagt [2]). — 5) Von Magdeburg bis Leipzig.

Würtemberg. In Stuttgart hat ſich eine Geſellſchaft gebildet, deren Zweck die Anlage und der Betrieb von Eiſenbahnen (ſo weit es thunlich iſt mit Dampfkraft) zwiſchen den Rhein, der Donau und dem Bodenſee, von Heilbronn nach Stuttgart, Ulm und Friedrichshafen iſt.

---

[1]) Henz, Denkſchrift zur Begründung des Projektes der Erbauung einer Eiſenbahn zwiſchen Cöln und Eupen, als deutſche Hälfte der Bahn von Cöln nach Antwerpen. Auszug des ſpeziellen Bearbeitung des Planes. Leipzig 1836.

[2]) Harkort, die Eiſenbahn von Minden nach Köln. Eſſen 1834.

V. Rußland.

In Rußland wurden die Eisenbahnen bis jetzt hin und wieder beim Bergbau angewendet, in diesem Jahre 1836 wird aber auf Kosten des Kaisers, durch den Ritter von Gerstner eine Bahn von Petersburg nach dem Lustschlosse Zarskoje-Selo angelegt, auf deren Technisches wir noch zurückkommen.

Egypten. Eine Eisenbahn zwischen Kairo und dem rothen Meere ist bereits begonnen. Sie soll etwas östlich von Suez (weil bei Suez selbst das Meer nicht tief genug ist) anfangen, schräg nach Ajèrud und von da südlich ganz gerade bis innerhalb einer Stunde von Kairo laufen, wo an einer Stelle, ungefähr mitten zwischen dieser Stadt und Birket und Hadji, ein großes Lagerhaus gebauet werden soll. Von hier aber soll ein Arm nach Kairo und ein anderer bis an das Delta hinabgeführt werden. Der Boden zwischen Kairo und Adjerud soll hoch und kieselig hart seyn, und die untern Lagen so steinig, daß sich nirgend durch Bohren Wasser entdecken ließ. Die Strecke beträgt 84 engl. Meilen. Diese Eisenbahn ist für ganz Europa wohl eine der wichtigsten, indem sie den großen Umweg um Afria der Schifffahrt erspart, wodurch alle Erzeugnisse Ostindiens und Neuhollands ungleich billiger und schneller nach Europa und umgekehrt die europäischen nach diesen Ländern gelangen werden.

VI. Amerika.

Obgleich Nordamerika später als England Eisenbahnen erhielt, so entwickelte sich dieses wichtige Kommunikationsmittel dort doch ungleich schneller. Im Jahre 1833 waren in den Vereinigten Staaten 46 Eisenbahnen vollendet. Davon kommen auf Massanchusetts 5, auf New-York 6, auf New-Jersey 5, Pensylvanien 15, Delavare 2, Maryland 2, Virginia 2, Nord-Karolina 3, Süd-Karolina 1, Georgia 1, Alabama 2, Luisiana 1, Kontuki 1, dagegen waren über 137 neue entworfen, nämlich im Staate Massachusetts 4, Rhode-Island 2, New-York 25, New-Jersey 2, Pensyl-

vanien 67, Maryland 2, Virginien 5, Nord-Karolina 3, Georgia 2, Alabama 1, Miſſiſippi 2, Luiſiana 1, Ohio 12, Indiana 1, Kolumbia 1. — Die Länge der Bahnen und die glücklich überwundenen Schwierigkeiten zeichnen die amerikaniſchen vortheilhaft aus. In Penſylvanien iſt die größte, welche Philadelphia mit den Ufern des Alleghany und mit dem Ohio verbindet. Sie beſteht aus 3 Abtheilungen, führt über mehrere Flüſſe und mit Bogen überwölbte tiefe Thäler. Man zählt 31 Viadukte, zuſammen 12 engl. Meilen lang, 73 ſteinerne Bogen, 500 Abzugskanäle, 18 Brücken. Die Durchgrabungen ſind oft ſehr tief und die Dämme ſehr hoch, an einer Stelle z. B. läuft die Bahn 80 Fuß hoch ſenkrecht über dem Boden eines Abgrundes, während an andern Stellen nicht ſelten Ausgrabungen von 40 Fuß Tiefe vorkommen.

Von dem Ende dieſer Bahn bei Columbia an, bis nach Hollydaysburg an der Juniata, iſt die Verbindung durch den Unionkanal vermittelt, von letzterm Ort bis Johntown am Conemaugh hingegen, eine Strecke von 36½ Meilen, iſt wieder eine Eiſenbahn gezogen. Dieſer Theil der Bahn führt mittelſt mehreren ſchiefen Flächen und durch ein Tunnel von 900 Fuß Länge, 19 Fuß Höhe und 22 Fuß Weite über das Alleghany-Gebirge. Man trifft hier 400 ſchiefe Viadukte, außer 70 ſteinernen Bogen und andern Mauerwerken. Die Eiſenbahn, welche Philadelphia mit New-York verbindet, iſt 60 engl. Meilen lang.

Eine der größten iſt aber die Baltimore- und Ohio-Eiſenbahn, die von Baltimore bis Pittburg 330 engl. Meilen lang ſeyn wird. Ein bedeutender Theil davon iſt bereits vollendet.

1830 begann man eine Bahn von Baltimore nach dem 70 Meilen davon entfernten York in Penſylvanien anzulegen; 1831 wurde zur Verbindung der nördlichen und ſüdlichen Staaten eine Bahn unternommeu, welche bei Petersburg in Virginien beginnt und bei Wolden am Roanake endet.

Der Bau der Südkarolina-Eisenbahn begann im Herbst 1830 und bis zum Jahr 1833 waren beinahe 100 Meilen vollendet und 35½ Meilen waren noch zurück. Sie geht von Charleston nach der Stadt Hamburg, die Auguſtin gegenüber, am Savomnah liegt.

Nach Pouſſin [1]) — Major in Dienſten der Vereinigten Staaten — waren daſelbſt (1834?) 98 Lieues Doppelbahnen mit maſſiven Schienen und ſteinernen Unterlagen, zu 166 Franken das Meter, 51⅛ Lieues, ebenfalls doppelte, jedoch nur hölzerne und mit Eiſen plattirte Bahnen, von denen das Meter 144 Fr. koſtete, 199¾ Lieues mit einfacher plattirter Bahn, im Mittelpreiſe von 54 Fr., 96¾ Lieues im Bau begriffener Doppelbahnen von plattirtem Holze, zu 128 Fr. und 138½ Lieues einfacher plattirter Bahnen zu 62 Fr., im Ganzen 352¼ Lieues fertige und 228⅛ Lieues im Bau begriffene, oder beinahe 600 Lieues Eiſenbahnen, vorhanden. Die wichtigſten ſind:

1) Die von Boſton nach Neuorleans; wird 180 Lieues lang; eine Verzweigung davon iſt die Bahn von Boſton nach New-York, eine zweite eingreifende Nebenbahn iſt die von Stonington, iſt auf ſtehenden Holzpfeilern, von der Höhe eines Meter und in ein Meter Entfernung angelegt. Die Lieue kommt nicht über 120,000 Fr.

2) Von New-York nach Philadelphia. Man legt 10 Lieues zu Waſſer und 24 Lieues auf Eiſenbahnen in 5½ Stunden zurück.

3) Von Philadelphia nach dem 48 Lieues davon entfernten Baltimore.

4) Von Baltimore nach Waſhington, eine doppelte Bahn, die noch nicht vollendet iſt und 133 Lieues lang wird. In wenigen Jahren wird man die 435 Lieues von Boſton nach Charleston in 72 Stunden zurücklegen, oder

---

[1]) Chemins de fer Americains. 1835. Dieſes wichtige Werk, welches jetzt auch ins Deutſche überſetzt wird, werden wir im Verfolg dieſer Schrift vielfältig benutzen.

in halb ſo viel Zeit, als man von Paris nach Marſeille auf einer um die Hälfte kürzere Straße gebraucht.

Linien des Atlantiſchen Stromgebiets nach Weſten. 1832 bildete ſich eine Kompagnie mit 30 Millionen Fr. für eine Eiſenbahn von New-York nach dem Frieſen, die 196 Lieues lang ſeyn wird; eine andere wird von New-York nach Albany gehen. In Penſylvanien ſind zwei Linien begonnen, die von Philadelphia aus nach dem Weſten gehen, um Penſylvanien mit dem großen Miſſiſippithal, quer durch die amerikaniſchen Alpen und die Alleghany's zu verbinden. Auch von Maryland geht eine Eiſenbahn nach dem atlantiſchen Ocean, in Südkarolina eine von Charleſton nach Auguſt ꝛc.

Südamerika. Durch Londoner Unternehmer wird auch Braſilien bald eine Eiſenbahn erhalten, wodurch Villa Rica mit dem Meere in faſt unmittelbare Berührung gebracht werden ſoll. Dieſe Eiſenbahn wird vom Ufer des Rio doce beginnen, wo die bequeme Beſchiffung deſſelben aufhört, und dann ziemlich gerade nach Villa Rica hinauf geführt werden.

Auch von Santiago, an der Südküſte von Cuba bis zur Havannah, ſoll eine Eiſenbahn angelegt werden und endlich hat der Congreß von Neu-Granada 1834 die Vollziehungsgewalt ermächtigt, den Bau einer Eiſenbahn über die nur 12 Meilen breite Landenge von Panama oder Darion zu geſtatten. Dieſelbe wird nächſt der über die Landenge von Suez eine der wichtigſten werden, indem dadurch die Verbindung zwiſchen dem atlantiſchen und dem ſtillen Ocean außerordentlich erleichtert wird.

Zweites Kapitel.

Allgemeine Betrachtungen über Ersparung an Transportkraft und Transportkosten durch Eisenbahnen, so wie über Vergrößerung der Geschwindigkeit des Transports [1]).

Bei der Untersuchung über die Ersparung an Transportkosten wird es, weil es ins besondere auch auf eine Vergleichung der Eisenbahnen mit Chausseen, in Beziehung auf den größern Vortheil ankömmt, welchen die eine oder die andere Art von Straßen gewährt, angemessen seyn, ins besondere zunächst nur auf die Pferdekraft Rücksicht zu nehmen, weil nur diese auf beiden Arten von Straßen gleich benutzbar ist, während die Dampfkraft, wie schon bemerkt, den Eisenbahnen einstweilen noch, wenigstens zu dem Zwecke einer sehr großen Beschleunigung des Transports ausschließlich vorbehalten bleibt.

Die Kraft, welche zur Fortschaffung eines Fuhrwerks auf einer Straße, mit einer bestimmten Geschwindigkeit, nothwendig ist, richtet sich offenbar nach dem Widerstande, welchem das Fuhrwerk auf der Straße begegnet, und steht

---

[1]) Wir benutzen bei der Abfassung dieses Kapitels, welches durchaus nothwendig erscheint, ehe wir zu der eigentlichen Anlage der Eisenbahnen und zu dem Transport auf denselben weiter gehen, die schon oben erwähnte kleine Schrift des Hrn. G. R. Crelle, indem das von diesem erfahrenen Architekten in derselben Gesagte überaus zweckmäßig und passend erscheint, um die Leser auf den Standpunkt zu stellen, von wo aus die Eisenbahnen nothwendig betrachtet werden müssen.

mit ihm in geradem Verhältniß; denn wenn z. B. der Widerstand doppelt und dreifach so groß ist, muß auch die Kraft zwei- und dreimal so groß seyn; ist der Widerstand halb so groß, so ist nur die Hälfte der Kraft nöthig ꝛc.

Der Widerstand nun, welchen das Fuhrwerk auf der Straße findet, ist zweierlei Art, und die erste Art zerfällt wieder in zwei Theile. Er entsteht nämlich:

1stens aus der Reibung

a) der Achsen in den Büchsen der Räder,

b) der Radfelgen auf der Straße;

welcher letztere Theil des Widerstandes aber nur fast uneigentlich Reibung genannt wird, indem die Räder in der Regel auf der Bahn nicht gleiten, und sich also auf derselben nicht eigentlich reiben, sondern vielmehr, rollend, über die Unebenheiten der Bahn hinweg zu heben sind; wobei zugleich auf der Chaussee vielleicht Steine und Kiesel zerdrückt werden.

2tens daraus, daß die Last des Fuhrwerks selbst, so wie wie auch diejenige der ziehenden Thiere oder Maschinen, dann, wenn die Bahn nicht vollkommen horizontal liegt, beim Bergauffahren, wie auf eine schiefe Ebene, allmählig hinauf gehoben werden muß.

Nur der erste Theil des Widerstandes, der aus der Reibung der Radachsen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Straßenbahn entsteht, ist, nach Verschiedenheit der Bauart der Straßen und der Fuhrwerke, verschieden. Der zweite Theil ist durchaus immer, und ohne alle Ausnahme, für jede Art der Straße und für jede Art des Fuhrwerks ganz vollkommen derselbe. Er läßt sich weder vermindern, noch auch vermehren, die Lasten mögen auf Schlitten, oder auf schlecht oder gut gebauten Wagen, auf bodenlosen, sandigen oder sumpfigen Straßen, oder auf einer Chaussee, oder auf einer Eisenbahn transportirt werden; denn er rührt unmittelbar von der Wirkung der Schwere der Körper selbst her, jener unabänderlichen und

unwandelbaren Naturkraft, die allen Körpern unveräußerlich und unveränderlich inwohnt.

Alſo nur allein an dem erſten Theil des Widerſtandes, und folglich nur an demjenigen Theile der Transportkraft, der zur Ueberwindung dieſes Theils nothwendig iſt, und mithin auch nur an den Koſten dieſes Theils kann durch Vervollkommnung der Straßen und der Fuhrwerke geſpart werden.

Daraus folgt denn ſchon hier im Allgemeinen, und ſelbſt ohne erſt näher auf Zahlen einzugehen, offenbar, daß man ja nicht etwa wie folgt rechnen dürfe: die Transportkoſten auf einer vorhandenen Chauſſee betragen nach der Erfahrung ſo und ſo viel; auf einer horizontalen Eiſenbahn wird der ſo und ſo vielte Theil derjenigen Transportkraft, die auch einer horizontalen Straße nöthig ſeyn würde, erſpart; die Koſten dieſer Krafterſparung als der eben ſo vielte Theil der Koſten der Transportkraft auf der Chauſſee angeſchlagen, gewähren gute Zinſen der Koſten einer Eiſenbahn: alſo iſt es vortheilhaft, eine Eiſenbahn ſtatt der vorhandenen Chauſſee zu bauen. Eine ſolche Rechnung kann, wenn das Terrain einigermaßen bedeutend uneben iſt, ſo ungemein unrichtig ſeyn, daß ſich am Ende ſtatt 5, 6 und mehrere Prozent Zinſen, die man erwartete, vielleicht nur die Hälfte und noch weniger ergiebt; denn es wird ja durch die Eiſenbahn keineswegs auch auf der nicht horizontalen Straße der eben ſo vielte Theil der geſammten Transportkoſten erſpart, als auf horizontaler Straße, ſondern nur der eben ſo vielte Theil von einem Theile der Transportkoſten, nemlich von demjenigen Theile, der auf die zur Ueberwindung der Reibung der Achſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Bahn nöthige Zugkraft kommt, keineswegs auch nur das geringſte von den Koſten der Kraft, die nöthig iſt, die Laſten auf der ſchrägen Bahn in die Höhe zu heben; dieſer letzte Theil der Kraft aber, welcher völlig unverändert der nämliche bleibt, kann ſo bedeutend ſeyn, daß die wirkliche Erſparung an Transportkoſten am Ende nur ſehr gering iſt. Und auf Erſparung an Transportkoſten beruht einzig und allein die

Möglichkeit der Ausführung von Eisenbahnen durch Privat-Unternehmer.

Besser schon, und sogar scheinbar ganz wichtig würde es seyn, wenn man wie folgt rechnete. Durch eine Eisenbahn wird gegen eine Chaussee von demjenigen Theile der Transportkraft, der zur Ueberwindung der Reibung der Wagenachsen in den Büchsen und der Radfelgen auf der Straße, also mit Ausschluß der zum Heben der Lasten über die Anhöhen erforderlichen Kraft nothwendig ist, der so und so vielte Theil erspart; folglich der so und so vielte Theil das jenem Theile der Transportkraft entsprechenden Theils der Transportkosten. Diese Ersparung gewährt noch gute Zinsen der Anlagekosten der Eisenbahn: folglich ist es eine vortheilhafte Unternehmung, eine Eisenbahn auf der vorhandenen Chaussee zu bauen, oder dicht daneben. Aber auch diese Rechnung kann noch unrichtig seyn, und selbst in solchem Maaße, daß wiederum statt 5 oder 6 Prozent Zinsen am Ende nur die Hälfte herauskommt.

Um aber näher ans Licht zu stellen, wie und in welchem Maaße möglicherweiße das Resultat der ersten von den obigen beiden Berechnungen von der Wahrheit abweichen kann, müssen wir zuvörderst auf einige Zahlen eingehen.

1) Ein Pferd von mittlerer Stärke kann auf einer guten, horizontalen Chaussee, mit der Geschwindigkeit von 1000 Ruthen in der Stunde, oder $3\frac{1}{3}$ Fuß in der Sekunde, täglich $4\frac{1}{2}$ Meilen weit und bei einem Ruhetage nach je fünf Tagen, ein gut gebautes Fuhrwerk, mit eisernen Achsen, hohen Rädern u. s. w. fortziehen, welches mit seiner Ladung 24 Zentner wiegt.

2) Das nemliche Pferd kann, mit der nemlichen Geschwindigkeit, täglich eben so weit, und ebenfalls den je fünften Tag ruhend, auf einer guten, horizontalen Eisenbahn, wiederum für die möglichste Verminderung der Reibung gebauete Fuhrwerke fortziehen, welche mit ihrer Ladung zusammen 240 Ztr. wiegen.

3) In beiden Fällen kommt auf das Gewicht der Fuhrwerke selbst etwa der dritte Theil der gesammten Last, so daß die fortgeschaffte Fracht zwei Drittheile derselben beträgt.

4) Die Kraft, welche das Pferd bei seiner oben beschriebenen Wirkung in horizontaler Richtung anwendet, ist zu einem Zentner oder 110 Pfund anzunehmen; das Gewicht des Körpers des Thieres zu 5 Ztr.

5) Derjenige Theil des horizontalen Widerstandes also, den die Fuhrwerke, auf der Straße, in der Reibung der Radachsen auf den Büchsen und der Radfelgen auf der Bahn finden, beträgt auf der Chaussee den 24sten und auf der Eisenbahn den 240sten Theil des Gewichts der Fuhrwerke; denn auf einer horizontalen Straße giebt es keinen andern Widerstand, als jenen, und folglich wird hier die gesammte Zugkraft des Pferdes von 1 Zentner zur Ueberwindung der auf der Chaussee von 24 Ztr. Last und auf der Eisenbahn von 240 Ztr. Last herrührenden Reibung verwendet.

6) Die Kraft, welche unabhängig von der Reibung der Achsen der Fuhrwerke und der Radfelgen auf der Bahn, also außer derselben nöthig ist, eine Last eine schräge Bahn bergauf zu ziehen, ist, einem Naturgesetze zufolge, dem nemlichen Theil der Last gleich, welchen die auf der Bahn erstiegene Höhe von ihrer Länge ausmacht. Also wenn z. B. die Straße 1 auf 24, d. h. z. B. 1 Fuß auf 24 Fuß Länge, oder 1 Ruthe auf 24 Ruthen Länge u. s. w. hinauf steigt, so beträgt die Kraft, welche, außer derjenigen zur Ueberwindung der Reibung, zum heraufziehen der Last nöthig ist, den 24sten Theil derselben. Steigt die Straße 1 auf 50, so beträgt sie den 50sten Theil der Last ꝛc.

Hieraus würde sich nun, wenn man, zunächst nach den einfachsten, scheinbar richtigen Ansichten, einen Ueberschlag machen wollte, Folgendes ergeben:

Um 240 Ztr. auf einer horizontalen Chauſſee fortzuziehen, ſind nöthig . . . . . 10 Pferde Kraft
auf einer horizontalen Eiſenbahn hingegen nur . . . . . 1 = =

Alſo werden durch die Eiſenbahn gegen die Chauſſee erſpart . . . . . 9 Pferde Kraft,
oder $^9/_{10}$, d. h. der Zugkraft . . . . 90 Prozent.

Steigt dagegen, die Chauſſee ſowohl, als die Eiſenbahn, z. B. 1 : 240, ſo iſt beim Bergauffahren auf der einen ſowohl, wie auf der andern, noch auſſerdem zum Emporheben der Laſt der 240ſte Theil derſelben, mithin noch 1 Pferdekraft nöthig. Alſo ſind, um die 240 Ztr. bergauf zu ſchaffen, überhaupt
nöthig auf der Chauſſee . . . . . 11 Pferde Kraft
auf der Eiſenbahn . . . . . 2 = =

Mithin werden durch die Eiſenbahn gegen die Chauſſee erſpart, wieder . . . 9 Pferde Kraft
oder $^9/_{11}$, das heißt der Zugkraft . . . $81^9/_{11}$ Prozent.

Steigen die beiden Straßen 1 auf 120, ſo iſt zum Emporheben der Laſt der 120ſte Theil derſelben nöthig; alſo noch 2 Pferde Kraft, mithin überhaupt
auf der Chauſſee . . . . . 12 Pferde Kraft,
auf der Eiſenbahn . . . . . 3 = =

und es werden durch Eiſenbahn gegen die Chauſſee erſpart, wieder . . . 9 Pferde Kraft,
oder $^9/_{12}$, d. h. der Zugkraft, u. ſ. w. . . 75 Prozent.

Ueberhaupt ſieht man, daß nach dieſer Art zu rechnen immer 9 Pferde Kraft für 240 Ztr. Laſt erſpart werden würden, welches auch das Gefälle der beiden Straßen ſeyn mag. In der That würde die Erſparung in allen Fällen diejenige Kraft ſeyn, welche zur Ueberwindung der Reibung auf der Eiſenbahn weniger nöthig iſt, als auf der Chauſſee; denn der andere Theil der Zugkraft, welchen das Emporheben

der Laſt erfordert, bleibt, wie ſchon bemerkt, auf beiden Straßen, ſo wie auch auf jeder beliebigen andern immer und völlig unverändert derſelbe. Da nun aber die geſammte Zugkraft mit dem Gefälle immer fort zunimmt, ſo iſt die Erſparung von 9 Pferden Kraft, ſo wie die Straße ſteiler wird, auch immer fort ein geringerer Theil der geſammten Zugkraft. Steigen die beiden Straßen z. B. 1 auf 24, ſo wären auf der Chauſſee zuſammen 20 Pferde Kraft nöthig und die Erſparung von 9 Pferden Kraft betrüge nur noch $^{9}/_{20}$ oder 45 Procent der geſammten Zugkraft, ſtatt der 90 Procent auf der horizontalen Bahn; alſo nur noch halb ſo viel.

Es darf indeſſen, ehe wir weiter gehen, nicht unbemerkt bleiben, daß die vorhergehende Rechnungsart, obgleich in der That die durchaus ſich ergebenden Verhältniſſe der Erſparung der Zugkraft auf der Eiſenbahn gegen die auf der Chauſſee wirklich genau dieſelben ſind, welche eine wichtigere Rechnung ergiebt, dennoch in Rückſicht des Betrages der Zugkräfte ſelbſt, auf der einen oder der andern Art vor Straße bedeutende Modifikationen erleiden. Dieſe Modifikationen ziehen freilich keine Aenderungen der Reſultate nach ſich, worauf es hier ankommt, allein ſie dürfen nicht unerwähnt bleiben, un nicht eine Rechnungsmethode überhaupt für richtig anzugeben, welche es nicht iſt.

Dieſe Modifikationen ſind folgende:

Erſtlich nemlich iſt es, ſtrenge angenommen, nicht richtig, für den Widerſtand; den die Fuhrwerke auf der Straße durch die Reibung der Radachſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Bahn finden, auch dann, wenn die Straße nicht horizontal iſt, den nemlichen Theil der Laſt anzunehmen, wie wenn die Straße wagerecht liegt. Denn die Richtung des Druckes iſt immer ſenkrecht, alſo dann, wenn die Straße nicht horizontal iſt, auf derſelben nicht ſenkrecht, wie in dem Fall einer horizontalen Straße. Der Druck der Laſt auf eine ſchräge Bahn iſt ſchräg, und der von der Laſt herrührende ſenkrechte Druck auf die Bahn iſt

geringer als die Laſt. Und da ſich nun die Reibung einer Laſt auf einer Fläche nur nach dem perpendikulairen Druck richtet, ſo iſt auch die Reibung etwas geringer, als ſie oben angeſetzt wurde. Freilich iſt der Unterſchied nur ſehr gering, er beträgt, ſelbſt bei dem ſtärkſten Gefälle einer Straße, von 1 auf 18, noch nicht den 600ten Theil des Ganzen. Gleichwohl iſt er vorhanden.

Zweitens muß, nächſt der Laſt, welche die Pferde auf einer ſchrägen Straße in die Höhe ziehen, auch das eigene Gewicht der Thiere ſelbſt von ihnen in die Höhe gebracht werden, ſo daß alſo das Gewicht der Zugthiere ſelbſt zu dem Gewicht der Wagen, vor welche ſie geſpannt ſind, noch hinzukommt. Der Unterſchied, welcher hieraus in den einzelnen Reſultaten entſteht, iſt bedeutend, weil das Gewicht der Pferde gegen die Laſt, welche ſie ziehen, nicht unbeträchtlich iſt.

Drittens iſt die Anſtrengung, welche Zugthiere bergauf machen müſſen, um eine größere Zugkraft hervorzubringen, ſtärker, als die Zugkraft ſelbſt. Dieſer Umſtand liegt in dem Bau des Körpers der Thiere. Ein Pferd bringt dadurch ſeine Zugkraft hervor, daß es ſich nach vorn überlehnt, damit ſein Schwerpunkt vor ſeine Unterſtützung falle. In der zu dieſem Ueberlehnen und dem Fortbewegen ſeines Körpers nöthiger Anwendung der Muskelkraft, beſteht die Anſtrengung die es machen muß, um zu ziehen. Auf ſchräger Bahn muß es ſich aber, etwa um den Winkel der die Bahn mit dem Horizont macht, ſtärker überlegen, als auf horizontaler Straße für die nemliche Zugkraft. Alſo iſt iſt ſeine Anſtrengung auf ſchräger Bahn, zur Hervorbringung der nemlichen Zugkraft ſtärker, als auf wagerechter Straße. Dieſer Unterſchied der Anſtrengung der Zugthiere iſt ebenfalls nicht unbedeutend. Die beiden letzten Umſtände müſſen daher auch nothwendig um ſo mehr in Rechnung kommen.

Eine Auseinanderſetzung der Art, wie dieſe Modifikationen in Rechnung zu bringen ſind mittelſt des Calculs, würde hier zu weit führen, hier auch nicht recht am Platze

seyn; wir kommen weiter unten darauf zurück. Sie kann aber auch hier um so eher unberücksichtigt gelassen werden, da, wie bemerkt, die Resultate, auf welche es hier ankommt, von denen der obigen einfachen, allgemein verständlichen Rechnung nicht abweichen. Die Resultate sind folgende:

Neigung der Straße gegen den Horizont.	Gesammte nothwendige Anstrengung der Zugthiere, um 240 Zentr. bergauf zu ziehen.		Also auf der Eisenbahn weniger.	Es werden daher an der Zugkraft gegen die auf der Chaussee erspart.
	Auf einer Chaussee.	Auf einer Eisenbahn.		
0 od. horizont.	1100 Pfd.	110 Pfd.	900 Pfd.	90 Prozent.
1 auf 240	1263 =	230 =	1033 =	$81^{9}/_{11}$ =
1 = 120	1440 =	360 =	1080 =	75 =
1 = 72	1703 =	553 =	1150 =	$67^{1}/_{2}$ =
1 = 48	2084 =	834 =	1250 =	60 =
1 = 36	2538 =	1168 =	1370 =	54 =
1 = 24	3771 =	2074 =	1697 =	45 =
1 = 18	5775 =	3547 =	2228 =	$38^{1}/_{2}$ =

Die Tafel zeigt, daß der Betrag der Zugkraft selbst auf der Chaussee, wie auf der Eisenbahn, so wie ihr Unterschied, von demjenigen, welchen die obige kürzere Rechnung gab, überall und sogar bedeutend abweicht, indem z. B. die Ersparung an Zugkraft keineswegs überall 9 Ztr. beträgt, sondern sogar bis über 20 Ztr. steigt. An den obigen Beispielen der horizontalen Straße und der von 1 auf 240, 120 und 24 steigenden aber sieht man, daß das Verhältniß der Zugkraft auf der Eisenbahn zu derjenigen auf der Chaussee in der obigen Tafel, mit den oben gefundenen genau übereinstimmt; die Ersparung ist hier, wie dort, in den erwähnten Fällen resp. 90, $81^{9}/_{11}$, 75 und 45 Prozent. Wenden wir das Obige zuvörderst auf Betrachtungen an, die den Bau einer jeden Eisenbahn, besonders wenn sie, wie es gewöhnlich der Fall ist, von Privaten unternommen wird, nothwendig vorausgehen müssen. — Die Resultate der obigen Rechnungen ergeben nun, daß man möglicher Weise

zu einem sehr von der Wahrheit abweichenden und dem Unternehmungs-Kapital einer Eisenbahn ungemein gefährlichen Ergebniß gelangen könnte, wenn man schließen wollte, es werde, weil die Ersparung an Transportkraft und folglich an Transportkosten, auf einer horizontalen Eisenbahn 90 Prozent von den Transportkosten auf einer Chaussee beträgt, das nemliche überhaupt Statt finden. Wenn man auf solche Weise, nachdem die Transportkosten auf der Chaussee berechnet worden sind, (was, wenn eine Chaussee schon vorhanden ist, aus der Frequenz und den üblichen Frachtkosten, mit Berücksichtigung des Gewinnes der Fuhrleute, ganz gut angeht), annehmen wollte, daß 90 Prozent dieser Kosten auf der Eisenbahn weniger nöthig seyn werden, und dann die Unternehmung der Eisenbahn beschließen wollten, sobald sich findet, daß die 90 Prozent der Transportkosten, nächst den Erhaltungs-, Verwaltungs- und Amortisations-Kosten des Anlagekapitals, gute Zinsen, etwa von 5 bis 6% gewähren: so könnte es in der That kommen, daß sich, nachdem die Eisenbahn gebaut worden ist, statt 5 oder 6 Prozent, nur 2 oder 3 Prozent ergeben. Denn die Ersparung an den Transportkosten kann, wie die Tabelle zeigt, von 90 Prozent auf weniger als die Hälfte herabsinken. Aber auch selbst nicht bis zu 1 auf 18, oder 1 auf 24 darf das Gefälle der Straße steigen, um bis zu der Hälfte der Zinsen herab zu kommen, sondern es kann sich, weil die Erhaltungs- und Verwaltungskosten die nemlichen bleiben, ergeben, daß schon bei einem weit geringern Gefälle die Zinsen sehr schlecht ausfallen. Dieses letzte wird sich am besten an einem Beispiel zeigen lassen.

Es betragen die Frachtkosten auf irgend einer Straße, nach Abzug des Gewinnes der Fuhrleute 10,000 Rthlr. jährlich auf eine Meile; so beständen der Gewinn für die Eisenbahn, nach dem Satze berechnet, daß durch dieselbe 90 Prozent der Transportkosten durch die Chaussee erspart werden, in 9000 Rthlr. jährlich. Die Anlagekosten für eine Meile Eisenbahn wollen wir, wie es bei günstigem Terrain der Fall

ist, zu 120,000 Rthlr. annehmen. Veranschlagt man nun die Erhaltungskosten zu 2000 Rthlr. und die Verwaltungskosten zu 1000 Rthlr. jährlich, so bleiben noch 6000 Rthlr. reiner Ueberschuß, welcher zu den Zinsen und zu dem Amortisationsfond 5% giebt. Ist aber die Straße nicht horizontal, sondern hat sie ein Gefälle von 1 : 24, so werden nicht 90, sondern nur 45% der Transportkosten und im vorliegenden Beispiel nicht 9000, sondern nur 4500 Rthlr. und bei den nemlichen Erhaltungs- und Verwaltungskosten, nur 1¼% des Anlagekapitals an Zinsen und Amortisationsfonds erzielt. Der Abhang der Straße braucht aber auch gar nicht so stark zu seyn (1 : 24, oder 6 Zoll auf die Ruthe), sondern selbst schon ein viel geringeres Gefälle giebt schon ein schlechtes Resultat. Ja selbst schon ein Gefäll von 1: 120 (1½ Zoll auf die Ruthe), wie es selbst in den ebensten Gegenden, fern von allen Gebirgen häufig ist, reducirt die Ersparung an Transportkosten durch die Eisenbahn auf 75%, auf 7500 Rthlr. und es bleiben nach Abzug der Erhaltungs- und Verwaltungskosten nur 4500 Rthlr. übrig, was nur 3¾ Prozent Verzinsung und Amortisations-Fonds giebt.

Hieraus folgt denn deutlich, daß man sich durch jene Art zu rechnen, nämlich durch Vernachläßigung einer nähern und speziellern Berücksichtigung der Abhänge der Bahn, gar sehr täuschen könne, und daß es in der That ganz unmöglich ist, aus der bloßen Frequenz und den üblichen Frachtkosten auf einer vorhandenen Chaussee mit irgend einiger Sicherheit auf die Erfolge und den Ertrag einer Eisenbahn zu schließen.

Man kann zwar zunächst einwenden, daß der Transport der Lasten fast niemals nur bergauf statt finde, daß manche Straßen, z. B. von Gruben nach Flüssen und Kanälen ꝛc. in der Regel bergab gingen, Straßen von größerer Länge aber in der Regel abwechselnde Gefälle hätten und daß in solchen Fällen die Ersparung an Transportkraft auf der Thalfahrt, die Zulage an Kraft bei der Bergfahrt mehr oder weniger kompensire. Jedoch gereicht die Thalfahrt einer Eisenbahn durchaus nicht in dem Maaß zum Vortheil, wie

einer Chauſſee, nur bei einem ſehr geringen Gefälle findet dieſer Vortheil unbedingt ſtatt; denn es läßt ſich behaupten, daß in der Regel die abwechſelnde Thalfahrt der Bergfahrt bei einer Eiſenbahn, keineswegs gleich vortheilhaft gegenüberſtehe, wie bei einer Chauſſee, ſondern es ſey vielmehr die Erſparung an den Transportkoſten auf der Thalfahrt ſehr weit entfernt, die Zuſchüſſe für die Bergfahrt zu compenſiren und man muß, um ſicher zu gehen, vielmehr wirklich beinahe auf fortwährende Bergfahrt rechnen. Nur allein, wenn die Gefälle ſehr gering ſind, findet bei Eiſenbahnen eine Kompenſation ſtatt; von dergleichen geringen Gefällen läßt ſich aber überhaupt nichts Nachtheiliges behaupten.

Um aber dieſe allgemeinen Aeußerungen zu rechtfertigen, müſſen wir wieder erſt etwas näher auf die Art und Eigenthümlichkeit der Eiſenbahnen eingehen.

Wir haben oben geſehen, daß die Reibung der Radachſen in den Büchſen und der Radfelge auf den Schienen zuſammen ungefähr den 240ſten und auf den Chauſſeen ungefähr den 24ſten Theil der Laſt der Fuhrwerke und ihrer Ladung beträgt; deßgleichen daß die Kraft, welche nöthig iſt, eine Laſt eine ſchiefe Ebene hinauf zu ziehen, den eben ſo vielten Theil der Laſt ausmacht, wie die Steigung der Fläche von ihrer Länge. Daraus läßt ſich unmittelbar ſchließen, daß, ſo bald eine Eiſenbahn ſtärker abfällt als 1 auf 240 und einer Chauſſee ſtärker als 1 auf 24, die Fuhrwerke mit ihrer Ladung von ſelbſt herabrollen werden; denn die zum Heraufziehen einer Laſt nöthige Kraft iſt es, welche die Laſt bergauf treibt, und folglich wird ſich die Laſt wirklich von ſelbſt bergab bewegen, ſobald jene Kraft ſtärker iſt als der Widerſtand, den die Reibung der Achſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Bahn, dem Herabrollen entgegenſetzt. Die obigen Bedingungen des Herabrollens der Fuhrwerke auf Eiſenbahnen und Chauſſeen durch das eigene Gewicht, beſtätigt auch wirklich die Erfahrung.

Es folgt nun weiter, daß, ſo lange der Abhang einer Eiſenbahn weniger beträgt, als 1 auf 240, und der Abhang

Vorſpann nöthig wäre; und das um ſo mehr, da ſie auf dem folgenden bergab führenden Abhange wieder an Kraft ſparen und ſich erholen können. Auf der Eiſenbahn dagegen erfolgt die Verdoppelung der Zugkraft ſchon bei einem Gefälle von 1 auf 240. Beträgt der Abhang 1 auf 120, ſo iſt ſchon die dreifache Zugkraft nöthig, bei 1 auf 80 Abhang ſchon die vierfache, bei 1 auf 60 Abhang ſchon die fünffache Zugkraft. Für alle ſtärkere Abhänge als 1 auf 240 und höchſtens 1 auf 160, muß alſo nothwendig Vorſpann genommen werden, welches die Transportkoſten mehr oder weniger bedeutend erhöhet. Alſo liegt auch hierin ein Grund gegen ſtärkere Gefälle der Eiſenbahnen und es folgt, daß wenn das Terrain durchaus ſtärkere Abhänge erfordert, andere, beſondere Vorrichtungen rathſam und erforderlich ſind, um die Höhen zu erſteigen und zu überſteigen.

Nach den bisherigen Erfahrungen, ſind die dazu erforderlichen Mittel kurz folgende: Erſtlich. Man treibe, wenn auf ein ſtarkes Steigen des Terrains nahe bei ein ungefähr gleich hohes Fallen folgt, alſo wenn die Straße über einen nur ſchmalen Terrain-Rücken führt, horizontal, oder doch nur mit geringem Gefälle, eine Tageſtrecke (Tunnel) durch den Rücken und lege in denſelben die Bahn.

Zweitens. Man ſetze, im gleichen Falle, auf den Gipfel des Rückens eine feſtſtehende Dampfmaſchine, oder ein Roßwerk und dergleichen, und laſſe von denſelben die Laſten den Rücken hinaufziehen und ſie auf der andern Seite, von der Maſchine gegen das Hinabgleiten feſtgehalten, wieder hinabrollen, wobei, wenn es thunlich, auch die hinabfahrenden Laſten dem Heraufziehen der bergauf führenden Wagen zu Hülfe kommen können.

Drittens. Man terraſſire den Abhang, wenn er höher iſt; d. h. man baue die Eiſenbahn ſtufenweis hinauf, und zwar ſo lang als möglich beinahe horizontal; darauf eine geneigte Ebene (Rampe) von etwa 1 auf 30 Abhang; darauf wieder ſo lang als möglich die Bahn horizontal; hierauf wieder eine Rampe, u. ſ. w., bis zum Gipfel. Oben

auf jede Rampe wird eine Dampfmaſchine geſetzt, welche die Fuhrwerke hinaufzieht und ſie hinabfahren läßt.

Viertens. Man erſteige den Abhang mit der Eiſenbahn durch Verlängerung derſelben, mit Krümmungen von ſehr großen Halbmeſſern, und zwar ſo, daß die verlängerte Bahn nur noch denjenigen Abhang behält, welcher ohne Vorſpann erſtiegen werden kann, und auf welchem, unter dem Schutze der bloßen Hemmung, die Laſten hinabrollen können.

Fünftens. Man mache durch die Unebenheiten Einſchnitte, mit horizontalem, oder doch nur wenig abhängendem Boden, und lege in dieſelben die Bahn. Die Erde aus den Einſchnitten kann zugleich zu den Dämmen dienen, die vielleicht nöthig ſind, um, mit dem verminderten Gefälle, Vertiefungen des Terrains zu paſſiren, die auf die Anhöhen folgen.

Das erſte Mittel iſt offenbar ungemein koſtbar und ſeine Benutzung ſehr beſchränkt. Zu lange unterirdiſche Wege, ſelbſt wenn die Koſten nicht in Betracht kommen, würden jedenfalls für die Reiſenden höchſt unangenehm ſeyn; auch können eigenthümliche Terrain-Hinderniſſe das Mittel unanwendbar machen. Da aber hauptſächlich die Koſten in Betracht kommen und dieſe offenbar ſehr groß ſind, ſo wendet man dieß Mittel nur wenig und in ſeltenen Fällen an, z. B. wenn der zu durchſchneidende Terrain-Rücken ſehr hoch und dabei nur ſchmal iſt, oder wenn eigenthümliche Umſtände und Hinderniſſe, z. B. das Dazwiſchenliegen einer Stadt, ſteiler Klippen und dergleichen, keine andern Mittel zulaſſen.

Das zweite Mittel, einen Terrain-Rücken zu überſteigen, ſcheint ſich zwar, beſonders dann, wenn das Gewicht der hinabfahrenden Wagen mit zum Bergaufziehen der hinauffahrenden benutzt werden kann, ſehr zu empfehlen. Aber einestheils iſt ſeine Anwendung nur wiederum ſehr beſchränkt, weil es, wenn die Abhänge einige hundert Ruthen, höchſtens 600 Ruthen, lang ſind, wegen der Länge des Seiles, welches die Wagen ziehen und halten muß, nicht mehr anwend-

bar ist; anderntheils ist auch dieses Uebersteigen eines Rückens ebenfalls nicht wenig kostbar, sowohl im Bau, als für den Transport selbst. Man rechnet, der Erfahrung nach, daß auf diese Art das Uebersteigen einer Höhe von etwa 150 Fuß so viel kostet, als der Transport auf 1 Meile horizontaler Eisenbahn.

Von dem dritten Mittel, wo es an die Stelle des zweiten treten muß, oder soll, gilt noch im stärkern Maaß, was so eben von dem zweiten gesagt worden. Es ist ebenfalls ungemein kostbar.

Das vierte Mittel ist offenbar das natürlichste; es erfordert keine künstlichen Maschinerien, die bekanntlich auch noch ihre eigenthümlichen Schwierigkeiten in dem Mangel an Leuten zur Anordnung, Erhaltung und Bedienung solcher zusammengesetzten Vorrichtungen haben; auch ist es fast überall anwendbar. Aber es ist ebenfalls kostbar und dieß noch um so mehr, da man, weil die Verlängerung einer Straße nicht ohne Krümmungen möglich ist, wiederum, insbesondere dieser Krümmungen wegen, wäre es auch thunlich, ihnen überall sehr große Halbmesser zu geben (was aber wenigstens wieder die Kosten erhöhen wird) den Abhang nothwendig, wenigstens auf längeren Straßen, so weit vermindern, also die Straße verhältnißmäßig in dem Maaße verlängern muß, daß bei der Thalfahrt das Uebergewicht des Triebes der Lasten bergab über die Reibung der Wagen denselben keine zu große Geschwindigkeit beibringen kann; denn ohne diese Beobachtung entsteht immer, eben aus den Krümmungen, für die Thalfahrt große Gefahr, sobald man nicht immerfort hemmen und dadurch viele Kraft verlieren, sondern die natürliche Kraft der Schwere benutzen will. Die Eisenbahn von St. Etienne nach Lyon z. B. liegt größtentheils auf einem fortlaufenden Abhange. Sie hat nur sehr mäßige Gefälle, von 1 bis $1^1/_2$ Zoll auf die Ruthe, von welchen man zum Theil die Wagen durch ihr eigenes Gewicht herabrollen läßt; aber sie hat viele Krümmungen. Bekanntlich nun hört man nur zu oft von Unglücksfällen

auf dieſer Straße, und dieſe kommen daher, daß die Wagen, wenn ſie zu ſtark in den Zug gekommen ſind, in den Krümmungen über die Schienen ſpringen, oder ſonſt beſchädigt werden. Man wird es alſo nicht wagen dürfen, einer Eiſenbahn auf längeren Abhängen (und durch die Verlängerung der Bahn werden die Abhänge ſchon für mäßige Höhen lang) mehr als 1 bis 1½ Zoll Gefälle auf die Ruthe zu geben. Und da nun eine Chauſſee an ſolchen Stellen ſchon füglich 6 Zoll Gefälle auf die Ruthe würde bekommen dürfen, ſo folgt, daß die Eiſenbahn wenigſtens viermal ſo lang nöthig iſt, als die Chauſſee. Man ſieht aber wie ſehr hierdurch die Anlage-Koſten und folglich auch die Transport-Koſten erhöhet werden müſſen; denn obgleich die zum Emporheben der Laſten nöthige Zugkraft für die ganze Höhe die nemliche bleibt, die Bahn mag ſtark oder ſchwach ſteigen, ſo bleibt doch nicht die andere, zur Ueberwindung der Reibung nöthige Zugkraft die nemliche, ſondern wächſt vielmehr im Verhältniß der Länge der Straße; denn es iſt klar, daß auf die vierfache Länge viermal ſo viel Transportkraft und Transportkoſten nöthig ſind, als die einfache Länge.

Das fünfte Mittel endlich iſt dasjenige, welches insbeſondere für ſehr ebene Gegenden paßt, wo es keine bedeutenden Anhöhen und Berge, ſondern nur kleine Ungleichheiten des Bodens giebt. Aber die unvermeidliche Nothwendigkeit der Anwendung dieſes Mittels in ſolchen Fällen iſt gerade eine der Haupturſachen, weshalb Eiſenbahnen meiſtens ſo ſehr viel theurer ſind, als Chauſſeen. Ihre großen Koſten liegen nemlich keineswegs in denen der Eiſenſchienen allein, ſondern öfters eben ſo ſehr in der Bedeutenheit der unvermeidlich nothwendigen Dammarbeiten, deren faſt immer und faſt ohne Ausnahme, bei weitem mehr nothwendig ſind, als zu Chauſſeen. Natürlich ſind auch weit mehr Dammarbeiten nöthig, um ein Terrain ſo zu reguliren, daß der Straßendamm nirgend mehr als 1 bis 1½ Zoll Gefälle auf die Ruthe bekommt, als wenn, wie bei der Chauſſee, 4, 6 bis 8 Zoll, und ein beliebiger Wechſel von Steigen und Fallen zuläßig

iſt. Freilich kommt eigentlich die hieraus entſtehende Koſtbarkeit der Eiſenbahnen bei der Erwägung der gegenwärtigen Frage, in wiefern man davon abſtrahiren müſſe, die Transportkoſten auf einer Eiſenbahn ſo zu berechnen, als wäre ſie horizontal, und ob nicht vielmehr die Transport-Koſten ſo zu ſchätzen ſeyen, als ſteige die Bahn fortwährend, nicht in Betracht, indem vorausgeſetzt wird, die größere Koſtbarkeit der Eiſenbahnen werde bei der Zinſenberechnung des Anlage-Kapitals doch ſchon berückſichtigt. Indeſſen iſt der Umſtand nicht zu überſehen, daß die Koſtbarkeit der Dammarbeit bei der Anwendung des fünften Mittels bald ungeheuer ſteigt, ſo wie das Terrain ſchwierig wird. So iſt z. B. das Terrain zwiſchen Berlin und Potsdam ſehr günſtig und die Anhöhen, über welche ſich die vorhandene Chauſſee, gegen Potsdam hin, zieht, ſollen von der Eiſenbahn gänzlich umgangen werden; gleichwohl wird die Dammarbeit auf die Meile gegen 20,000 Thlr. koſten, blos weil Anhöhen zu durchſchneiden und Vertiefungen von 20 und mehrere Fuß hoch und tief zu durchdämmen ſind, die man außerdem kaum bemerken würde. Zu der Eiſenbahn von Antwerpen nach Brüſſel und Lüttich, auf Köln zu, wo das Terrain ebenfalls ſehr eben und günſtig iſt, ſteigen die Koſten der Dammarbeiten von etwa 7000 Rthlr. bis auf 93,000 Rthlr. auf die Meile. Nur näher nach Antwerpen zu, wo der Boden, wie in Holland, faſt waſſergleich eben iſt, finden die geringeren Koſten ſtatt. Zur Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter haben die Dammarbeiten im Durchſchnitt beinahe 200,000 Rthlr. auf die Meile gekoſtet, obgleich das Terrain keineswegs bergig und hügelig, ſondern vielmehr noch zu dem ebenern zu rechnen iſt. Man muß ſich alſo wenigſtens vor der Meinung hüten, als ſeyen die zur Verminderung der Transportkraft und der Transportkoſten unumgänglich nothwendigen ſchwachen Gefälle einer Eiſenbahn, ſelbſt in ſcheinbar ſehr ebenem Terrain, ohne großen Koſtenunterſchied herzuſtellen, oder auch es ließen ſich dieſe Koſten nach der bloßen Anſicht des Terrains auch nur einigermaßen richtig ſchätzen.

Es ist gewiß selbst dem geübtesten Ingenieur völlig unmöglich, aus einer bloßen Ansicht der Gegend, ohne vorherige Ausmessung und Abwägung der Straßenlinie, auch nur zu sagen, ob die Dammarbeiten 10, oder 20, oder 30, oder 50tausend Thaler, oder noch mehr auf die Meile kosten werde. Die Kosten für die Schienen, Schienenstühle, Stein- und sonstigen Unterstützungen, sind ziemlich gleichförmig; sie betragen in Deutschland, Belgien, Frankreich und England zwischen 60 bis 80 tausend Thaler für eine deutsche Meile einfacher Bahn. Gleichwohl schwanken die gesammten Kosten einer Eisenbahn von 100 bis 800 tausend Thalern, von welchem ungeheuren Unterschiede nur etwa 80 bis 100 tausend Thaler darauf kommen, ob nur eine einfache, oder eine doppelte Bahn genommen wird. Die Haupturſachen des so sehr großen Unterschieds liegen in der Verschiedenheit der Kosten der Dammarbeiten, des Terrains, der Brücken und in andern lokalen Verhältnissen; und selbst nicht einmal in der Verschiedenheit der Dinge in verschiedenen Ländern. So folgt denn auch offenbar, daß es unmöglich ist, auch denjenigen Theil der Anlage-Kosten, welche zur Herstellung der zu einer gewissen Gleichförmigkeit der Transportkosten nöthigen Gleichförmigkeit der Bahnabhänge erfordert wird, und welcher, weil die Zinsen davon bei der Unternehmung berechnet werden müssen, eben sowohl in Betracht kommt, als bei den Transportkosten das Gefälle der Bahn, vorher, ohne nähere Ausmessung, auch nur mit irgend einiger Sicherheit, zu schätzen.

Aus dem Obigen folgt nun zunächst, daß auf Eisenbahnen die Ersparung an Transportkosten auf der Thalfahrt gegen diejenigen auf horizontaler Bahn, niemals etwa den bei der Bergfahrt nöthigen Zuschuß an Kosten zu denen auf der horizontalen Bahn, vollständig kompensiren können, sondern daß nur einzig und allein dann, wenn der Abhang der Bahn nicht bedeutend stärker ist, als derjenige, auf welchem die Wagen durch ihr eigenes Gewicht herabrollen; also nur dann, wenn der Abhang nicht mehr als höchstens 1 auf etwa

144, oder etwa 1 Zoll auf die Ruthe beträgt, überhaupt eine Erſparung bei der Thalfahrt Statt finde, die indeſſen weil die Zugthiere gleichwohl ſich ſelbſt mit den Laſten noch fortbewegen müſſen, wenn es auch ohne daß ſie ziehen geſchieht, niemals die Transportkoſten für ſolche fallende Strecken auf Null reduzirt, ſo daß die Erſparung niemals den Transportkoſten auf horizontaler Bahn, auf die gleiche Länge, gleich kommen kann. In allen andern Fällen ſind mehr Transportkraft und Transportkoſten nöthig, als auf horizontaler Bahn.

Ferner zeigt ſich, daß der Zuſchuß an Kraft für die Bergfahrt ſehr ſchnell und ſtark zunimmt, ſo wie die Gefälle nur einigermaßen das oben bezeichnete Maaß überſchreiten, und zwar viel ſtärker als auf Chauſſeen. Auf einem Abhange von 1 auf 240 beträgt, wie die oben mitgetheilte Tabelle anzeigt, der Ueberſchuß für die Bergfahrt ſchon etwa eben ſo viel, als die Transportkraft ſelbſt auf horizontaler Bahn; denn es ſind 230 Pfd. Zugkraft ſtatt der 110 auf der horizontalen Bahn, alſo 120 Pfd. mehr nöthig; bei 1 auf 120 Abhang beträgt der Ueberſchuß ſchon mehr als doppelt ſo viel; bei 1 auf 72 Abhang ſchon viermal ſo viel u. ſ. w. während es ſich auf der Chauſſee, wie in der Tabelle die daneben ſtehenden Zahlen zeigen, ganz anders verhält, nemlich die Zunahme des Ueberſchuſſes viel geringer iſt.

Es folgt alſo, daß auf Eiſenbahnen, auch dann, wenn ſie abwechſelnd ſteigen oder fallen, auf die ganze Länge derſelben, nemlich eben ſo wohl auf den fallenden, als auf den ſteigenden Straßen, mehr Transportkraft nöthig iſt, als auf horizontaler Bahn, ſobald die Gefälle der Bahn ſtärker ſind, als etwa 1 Zoll auf die Ruthe; daß man alſo keineswegs etwa annehmen darf, die Erſparung an Zugkraft auf den fallenden Straßen kompenſire den Zuſchuß auf den ſteigenden, ſondern daß man, ſobald die Gefälle ſtärker ſind, als 1 Zoll auf die Ruthe, wirklich wie ſchon oben angedeutet, eher ſo rechnen muß, als ſteige die Bahn fortwährend. Und um Gefälle, die für Chauſſeen noch praktikabel ſind,

und ſogar Erſparung an Zugkraft gewähren würden, auf die für Eiſenbahnen paſſenden geringern Fälle zu reduziren, iſt wiederum jedenfalls eine ſehr bedeutende Erhöhung der Anlage-Koſten nöthig.

Es folgt alſo, daß um in dem einzigen Falle, wenn eine Eiſenbahn, eben ſowohl wie eine Chauſſee, entweder ganz horizontal liegt, oder, abwechſelnd ſteigend und fallend ohne länger ſeyn zu dürfen, wie die Chauſſee, Gefälle bekommen kann, die weniger als etwa 1 Zoll auf die Ruthe betragen, die Transportkraft und die Transportkoſten auf derſelben ohne weiteres mit einiger Gewißheit aus denen auf der Chauſſee gefunden werden können; daß hingegen in allen andern Fällen die Schätzung der Transportkoſten auf der Eiſenbahn aus denjenigen auf der Chauſſee ohne nähere Meſſung und Berechnung im Allgemeinen ganz unmöglich iſt, und daß, wenn man ſie etwa nach demjenigen Verhältniſſe, welches zwiſchen horizontalen Chauſſeen und horizontalen Eiſenbahnen wirklich Statt findet, berechnen wollte, das Reſultat ſehr weit von der Wahrheit abweichen und daß es kommen kann, daß am Ende von dem erwarteten Ertrage und den Zinſen des Anlagekapitals nur die Hälfte und ein ſelbſt noch viel geringerer Theil wirklich erzielt wird; wie ſolches ſchon oben angedeutet iſt, hier aber nun näher ſich gezeigt hat.

So verhält es ſich mit der gleich Anfangs in dieſem Kapitel erwähnten Vorausſchätzung des zu erwartenden Ertrags einer Eiſenbahn, aus den Koſten der Transportkraft auf einer vorhandenen Chauſſee entnommen, wenn ſie ohne Sonderung des zur Ueberwindung der Reibung nöthigen Theils der Transportkraft von demjenigen geſchieht, welcher auf das Emporheben der Laſt kommt.

Aber was bis hierher aus einander geſetzt worden, reicht auch zugleich hin, um einzuſehen, daß auch die andere, oben erwähnte Vorausſetzung des Gewinnes an Transportkoſten durch die Eiſenbahn möglicherweiſe ſehr weit von der Wahrheit entfernt bleiben kann. Es iſt nemlich zwar

vollkommen richtig, daß an demjenigen Theile der Transportkraft, welcher zur Ueberwindung der Reibung der Radachsen in den Büchsen und der Radfelgen auf einer Chauſſee nothwendig iſt, durch die Eiſenbahn ohngefähr 90 Prozent, nimmer, und in allen Fällen, die Bahn mag horizontal liegen, oder ſteigen, oder fallen, erſpart wird; aber offenbar findet dieſe Erſparung nur dann ſtatt, wenn beide Arten von Straßen gleich lang ſeyn können, welches nunmehr eine neue Berückſichtigung iſt, oder wenn bei der Eiſenbahn, von gleicher Länge, nicht etwa beſondere Vorrichtungen nöthig ſind, deren die Chauſſee nicht bedarf; denn iſt die Eiſenbahn 2, 3, 4 mal ſo lang nöthig, ſo iſt auf ihr offenbar auch die 2, 3, 4fache Transportkraft, folglich ſind ſtatt 10 Prozent, 20, 30, 40 Prozent von der Transportkraft auf der Chauſſee nothwendig, und folglich werden nicht immer 90, ſondern nur noch 80, 70, 60 Prozent erſpart; zugleich aber erhöhen ſich die Anlagekoſten auf das 2, 3 und 4fache. Der Gewinn nimmt alſo ſehr ſtark ab. Sind beſondere Vorrichtungen nöthig, deren die Chauſſee nicht bedarf, ſonſt ohne eine weitere Verlängerung der Straße, wie Tageſtrecken, Rampen, oder auch hohe Dämme und tiefe Einſchnitte, ſo nimmt der Gewinn wieder dadurch ab, daß die Anlagekoſten höher ſteigen; und da dieſe Erhöhung ſehr bedeutend ſeyn kann, ſo kann die Verminderung des erwarteten Ertrags wiederum ſehr groß ſeyn. Verlängerungen der Straße, oder beſondere Vorrichtungen, ſind aber wirklich nöthig, ſobald das Terrain ſtärkere Abhänge hat, als etwa 1 Zoll auf die Ruthe, die anderſeits die Chauſſee, bis zu 6 und 8 Zoll auf die Ruthe, noch nicht ohne weiteres unpraktikabel machen: alſo findet eine Verminderung des ohne Rückſicht darauf berechneten Ertrags und Gewinnes nothwendig immer ſtatt; und zwar kann dieſelbe ſehr bedeutend ſeyn.

Es folgt alſo, daß auch die zu Anfang dieſes Kapitels erwähnte Vorausſchätzung des Gewinnes durch eine Eiſenbahn wiederum nur allein dann mit einiger Sicherheit ſtatt findet, wenn das Terrain entweder ganz horizontal iſt, oder

doch keine ſtärkeren Abhänge als etwa 1 Zoll auf die Ruthe hat. In allen andern Fällen kann das Reſultat der Schätzung wiederum ſehr bedeutend von der Wahrheit abweichen, und es kann wiederum kommen, daß von den erwarteten Anlage-Kapitalszinſen in der Wirklichkeit nur ein kleiner Theil erzielt wird.

Wir haben bis jezt überall angenommen, daß der Transport der Laſten auf Eiſenbahnen durch Pferdekraft geſchehen ſolle. Wir haben alſo nun auch noch die Benutzung der Dampfkraft zur Fortbewegung von Laſten auf Eiſenbahnen zu berückſichtigen. Ehe aber darüber geſprochen wird, dürfte es nöthig ſeyn, den Einfluß näher zu erwägen, den die Vergrößerung oder Verminderung der Geſchwindigkeit der Fahrten auf die Transportkoſten hat.

Man berückſichtigt dieſen Einfluß, der ſehr groß iſt, im Allgemeinen wohl zu wenig, und es iſt ſogar die Meynung ziemlich verbreitet, oder es wird doch wenigſtens ſtillſchweigend vorausgeſetzt, daß die Vermehrung der Geſchwindigkeit der Fahrten entweder keinen, oder doch nur einen wenig merklichen Einfluß auf die Erhöhung der Transportkoſten habe. Vielleicht wird man zu dieſer Meynung durch die alltägliche Bemerkung veranlaßt, daß, wenn z. B. einmal Pferde vor einen Wagen geſpannt ſind, ſie nur ſtärker angetrieben werden dürfen, um den Wagen geſchwinder fortzuſchaffen, ohne daß dadurch unmittelbar gerade mehrere Koſten entſtänden. Allein dieſe Meynung iſt, ſobald von Fuhrwerk in Maſſe, und auf die Dauer die Rede iſt, welches dann nothwendig ſo hat angeordnet werden müſſen, daß die vorhandene und bezahlte Kraft der Thiere, oder auch die des Dampfes, ſchon in demjenigen vollen Maaße in Anſpruch genommen wird, welches der Erhaltung und vortheilhafteſten Benutzung der Zugkraft auf die Dauer angemeſſen iſt, durchaus irrig. Das nemliche Geſetz, welches bekanntlich, im Allgemeinen, für alle Maſchinen ohne Ausnahme gilt: daß ſich die Kraft umgekehrt, wie die Geſchwindigkeit verhält, oder, was daſſelbe iſt, daß, um die 2, 3, 4fache Geſchwin-

digkeit der gleichen Maſſe mitzutheilen, die 2, 3, 4fache Kraft nothwendig iſt, gilt vielmehr auch zuverläßig nicht blos für Maſchinen, ſondern auch ſelbſt für organiſche und für die Wirkung aller nur möglichen Kräfte, welches auch ihre Art, und wie verwickelt auch ihre Benutzung ſeyn mag. Man kann auch für die Fortſchaffung der Laſten auf Straßen als ganz allgemeines Geſetz annehmen, daß, um eine gleiche Laſt mit der 2, 3, 4fachen Geſchwindigkeit fortzubewegen, ſey es durch Pferde oder durch Dampf, am Ende auch gerade die 2, 3, 4fache Kraft und die 2, 3, 4fachen Koſten der Transportkraft unvermeidlich nothwendig ſind. Wie weit nun das Reſultat dieſer Regel von demjenigen der Meynung, als ſey zur Verſtärkung der Geſchwindigkeit der Fahrt nur wenig Zulage zu den Transportkoſten erforderlich, zum Nachtheile und zur Täuſchung bei den auf irgend eine dergleichen Meynung geſtützte Vorausberechnungen, abweiche, fällt in die Augen.

Doch wir müſſen die Richtigkeit der obigen allgemeinen Regel zu beweiſen ſuchen. Durch einfache Schlüſſe ſich Rechenſchaft davon zu geben und von ihrer Naturgemäßheit ſich zu überzeugen, iſt leicht. Man erwäge nemlich Folgendes: Geſetzt, eine gewiſſe Zugkraft, Pferde oder Dampf, vermöge 24 Ztr. Laſt, auf irgend einer, z. B. 4 Meilen langen Straße, in irgend einem Wagen, in 1 Stunde 1 Meile weit fortzuziehen. Am Anfange der erſten Meile ſey eine große Menge zu transportirender Laſt angehäuft; am Anfange der zweiten Meile ebenfalls eine große Maſſe Laſt; am Anfange der dritten Meile gleichfalls; auch am Anfange der vierten Meile; ſo wie am Ende der vierten Meile. Nun ſey ferner am Anfange jeder der vier Meilen eine der oben beſchriebenen gleiche Transportkraft bereit, den Transport zu beginnen. Jetzt erfolge der Transport wirklich: ſo wird jede Transportkraft ihre 24 Ztr. 1 Meile weit fortrücken, und zwar alles zugleich, in einer und derſelben Stunde. Die Wirkung hiervon wird aber offenbar ſeyn, daß ſich, nach Ablauf der Stunde, am Anfange der erſten Meile 24 Ztr. Laſt weniger befinden, als vorher, und am Ende der vierten Meile 24 Ztr. Laſt mehr. Es wer-

den alſo effektive 24 Ztr. Laſt in der einen Stunde durch die ganzen 4 Meilen, vom Anfange der erſten bis zum Ende der letzten Meile, alſo 4 Meilen weit fortgerückt ſeyn: ob die nemlichen 24 Ztr., um die ſich die am Anfange der erſten Meile aufgehäufte Laſt vermindert haben oder nicht, iſt offenbar gleichgültig; denn wenn die Bewegung weiter fortdauert, ſo gelangt am Ende gleichwohl, und zwar nach derſelben Regel, alle Laſt vom Anfange der erſten Meile nach dem Ende der letzten. Nun koſten aber die vier bereit ſtehenden Transportkräfte offenbar viermal ſo viel, als die einfache Transportkraft, welche im Stande iſt, 24 Ztr. in 1 Stunde 1 Meile weit fortzuſchaffen; alſo folgt: daß es nothwendig viermal ſo viel koſten wird, 24 Ztr. in 1 Stunde 4 Meilen weit fortzuſchaffen, als 1 Meile weit. Aehnlich verhält es ſich offenbar, wenn ſtatt 4 Meilen eine andere Zahl von Meilen angenommen wird. Da nun aber ferner zugleich vorausgeſetzt werden muß, daß jede der nach dem obigen Beiſpiel bereit ſtehenden 4 Transportkräfte ſchon alles Mögliche leiſte, was von ihr, ihrer Natur nach, mit Rückſicht auf ihre vortheilhafte Benutzung und Erhaltung auf die Dauer, nur verlangt werden kann; ſo folgt, daß auch dann, wenn ſtatt vier bereit ſtehender Transportkräfte nur eine vorhanden und es anders möglich wäre, daß durch dieſelbe die nemlichen 24 Ztr. in der einen Stunde, ſtatt mittelſt der erſten, durch die ganzen 4 Meilen fortgeſchafft würden: daß auch dann dieſe letzte Wirkung nothwendig eben ſo viel koſten werde, als die vier einzelnen vorhin bereit geſtellten Transportkräfte: alſo viermal ſo viel, wenn die gleiche Laſt in einer Stunde 4 Meilen weit fortgeſchafft wird, oder mit der vierfachen Geſchwindigkeit, als wenn die Laſt nur 1 Meile weit, oder nur mit der einfachen Geſchwindigkeit fortgebracht wird. Denn koſtete jenes weniger, ſo wären nicht die einzelnen Transportkräfte ſo angeordnet geweſen, daß ihre Wirkung die möglichſt vortheilhafteſte ſey; gegen die Vorausſetzung. Es folgt alſo, nothwendig und unter allen Umſtänden, daß, um eine Laſt mit der 2, 3, 4fachen Geſchwin-

Dieſes giebt nun zuſammengenommen mit den obigen Daten, in der Ueberſicht Folgendes:

	Geſchwindigkeit des Pferdes in der Stunde.	Täglicher Dienſt.	Täglicher Weg.	Zugkraft.	Das Pferd ruhet 1 Tag von	Das Pferd koſtet jährlich zu erhalten.	Der Zentner Zugkraft koſtet auf 1 Meile.	
No.	Ruthen.	Stund.	Ruthen.	Pfund.	Tagen	Rthlr.	gGr.	Pfgl.
1.	1000	9	9000	110	5	426	7	9
2.	2400	3	7200	70	4	456	17	8
3.	4250	$1^1/_2$	6350	$42^2/_3$	3	497	31	10

In der letzten Rubrik dieſes Täfelchens ſind ſogleich die Reſultate angegeben. Man findet ſie wie folgt. Das Pferd Nro. 1. z. B. hat in 5 Tagen einen Ruhetag, alſo 73 Ruhetage jährlich, folglich 292 Arbeitstage jährlich. An jedem Arbeitstage legt es $4^1/_2$ Meile mit ſeiner Laſt zurück, folglich während eines Jahres 1314 Meilen. Das Pferd koſtet jährlich 426 Rthlr., alſo koſtet ſeine Zugkraft auf die Meile $^{426}/_{1314}$ Rthlr., oder $7^3/_4$ gute Groſchen. Die Zugkraft beträgt hier gerade 1 Ztr.: alſo koſtet der Ztr. Zugkraft, mit 1000 Ruthen Geſchwindigkeit in der Stunde $7^3/_4$ Groſchen, wie es in der letzten Rubrik angegeben iſt. Auf ähnliche Weiſe ſind die beiden andern, in der letzten Rubrik angegebenen Reſultate gefunden.

Dieſe Reſultate zeigen nun ſchon beim erſten Anblick, daß ſich die Koſten gleicher Zugkräfte, nemlich eines Zentners Zugkraft für die verſchiedenen Geſchwindigkeiten in der That ungefähr wie dieſelben verhalten; denn die Geſchwindigkeiten von N. 2 und 3 ſind $2^2/_5$ und $4^1/_4$mal ſo groß, als von N. 1 und ungefähr eben ſo verhalten ſich auch die Koſten.

Alſo beſtätigt auch die Erfahrung allerdings, wenigſtens für die Pferdekraft, den obigen allgemeinen Satz: daß die nemliche Laſt mit 2, 3, 4facher Geſchwindigkeit zu transportiren, 2, 3, 4mal ſoviel koſtet, als mit der einfachen Geſchwindigkeit. Für die Dampfkraft wird ſich, wenn erſt

hinreichende Beobachtungen über ihre Wirkung und Erfolge werden gemacht seyn, wahrscheinlich ebenfalls nichts anderes als die Bestätigung dieses allgemeinen Satzes ergeben.

Zu erinnern ist kaum übrigens nöthig, daß nicht etwa unbedingt, auch mit verschiedenartigen Transportkräften, dieselbe Last 2, 3, 4mal so geschwind fortzubringen, 2, 3, 4mal soviel kosten müsse, als mit der einfachen Geschwindigkeit; daß also z. B. 24 Ztr. durch Dampfkraft 4 Meilen in der Stunde fortzuschaffen, nicht etwa nothwendig so viel kosten müssen, als durch Pferdekraft 1 Meile in der Stunde. Hier hängt das Verhältniß offenbar von den eigenthümlichen Kosten der beiden verschiedenen Kräfte ab, die, von einer Art zur andern, sehr ungleich seyn können. Der Satz heißt nur: Dieselbe Last mit derselben Art von Kraft, sey es Pferdekraft oder Dampfkraft u. s. w., mit der 2, 3, 4fachen Geschwindigkeit zu transportiren, kostet nothwendig 2, 3, 4mal so viel, als der Transport mit der einfachen Geschwindigkeit.

Aus diesem allgemeinen Satze ziehen wir nun folgende, bei der Vorausberechnung der Erfolge und des Ertrages einer Eisenbahn-Unternehmung nothwendig zu berücksichtigende Bemerkungen.

Man glaube nemlich ja nicht, daß, da eine Eisenbahn so glatt ist, und die Lasten darauf mit so großer Leichtigkeit fortgezogen werden können, die Zugkraft, wenn ihr schon die angemessene Ladung zugetheilt worden ist, diese Last auch leicht noch geschwinder werde fortzuschaffen vermögen, so daß dadurch vielleicht noch ein neuer, überschüssiger Gewinn zu erzielen sey. Hat einmal die Zugkraft, für eine bestimmte Geschwindigkeit, ihre volle, richtige Ladung erhalten; so kann die Geschwindigkeit keineswegs ohne neue Kosten vermehrt werden, und zwar steigen die Kosten um nichts Geringeres als im Verhältniß der Geschwindigkeit selbst. Soll die Geschwindigkeit vermehrt werden, so können von der Zugkraft, in umgekehrtem Verhältnisse, nur noch weniger Last fortgebracht werden. Es würde also eine große Täu-

schung seyn, wenn man etwa glauben wollte, ein Dampfwagen, der, einmal angefeuert, eine gewisse, gehörig abgemessene Last 2 Meil. weit in der Stunde fortzuziehen vermag, werde etwa, mit ein wenig mehr Feuerung, die nemliche Last auch wohl 4 Meilen in der Stunde fortzuziehen im Stande seyn. Dieses ist, wenn auch vielleicht in vereinzelten Fällen richtig, so doch auf die Dauer, und in Masse, gewiß nicht der Fall; und die Erfahrung wird es, wie schon gesagt, ohne Zweifel auch bei der Dampfkraft noch ausdrücklich bestätigen, daß, wenn man z. B. statt 2 Meilen 4 Meilen in der Stunde mit derselben Last fortkommen will, gerade die doppelten Kosten nöthig sind. Eben so bei Pferden.

Hieraus folgt dann weiter, daß es Verschwendung sey, wenn man sehr große Transport-Geschwindigkeiten, für welche sich Eisenbahnen, und besonders Dampfwagen in Verbindung mit denselben so vorzüglich eignen, auch für Gegenstände Statt finden läßt, wo sie entweder unnütz sind, oder wo doch ihr Nutzen nicht mit den Kosten im Verhältniß steht. Ein Passagier, der 4 Meilen in der Stunde fortgeschafft seyn will, muß, nach Billigkeit und Recht 4mal so viel dafür bezahlen, als wenn er sich mit 1 Meile in der Stunde begnügt, da Fälle eintreten können, daß er doch noch Vortheile dadurch erlangt. Auch bei manchen Waaren und andern Gegenständen der Fracht, kann dieß Statt finden, allein bei weitem bei den meisten schweren Lasten, wie Holz, Kohlen, Getreide, Steine, Eisen u. s. w., wird es schwerlich so seyn. Es folgt also, daß Unternehmer von Eisenbahnen gar sehr übel thun, und zu ihrem sehr großen Nachtheil und Verlust nehmen, wenn sie, ohne Unterscheidung, durch die große Geschwindigkeit des Transports, zu welcher Eisenbahnen sich eignen, ihren Gewinn an derselben suchen und zu erlangen glauben. Haben sie nicht die volle Gewißheit, daß die ungewöhnliche Transport-Geschwindigkeit auch wirklich für alle Waaren, die sie transportiren wollen, denjenigen großen Werth habe, der im Verhältniß der Geschwindigkeit selbst steht, und gern bezahlt wird; so mögen

ſie ja den Vortheil nicht in der Transport-Eile ſuchen, ſondern bei der geringern Geſchwindigkeit ſtehen bleiben, und nur den Transport ſo wohlfeil zu liefern trachten, als es möglich iſt. Es kann freilich ſeyn, daß wenn mit Dampfkraft gefahren wird, ungleiche Geſchwindigkeiten nicht wohl Statt finden können, wegen des Begegnens und Ausweichens der Fuhrwerke und daß alſo, wenn ſich ergeben hat, daß die gröſſe Geſchwindigkeit für die Reiſenden wirklich vortheilhaft iſt, und gern bezahlt wird, die übrigen Laſten deßhalb nun ebenfalls mit gleicher Eile fortgetrieben werden müſſen, wie es z. B. auf der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn der Fall iſt; allein man muß nur nicht glauben, es werde dadurch, daß man ſie ohne verhältnißmäßige Erhöhung der Transport-Preiſe mit fortfährt, wirklich derjenige Gewinn erzielt, der erlangt werden könnte, wenn man ihnen blos eine vortheilhafte und angemeſſene Geſchwindigkeit gäbe.

Freilich läßt ſich nicht unbedingt ſagen, daß es überhaupt unmöglich ſey, den Transport der Frachten ohne Koſtenerhöhung zu beſchleunigen. Denn, wenn z. B. der Verkehr auf einer Straße ſo regelmäßig, ſo beſtimmt zugemeſſen, und ſo bedeutend iſt, daß ſich Relais legen laſſen, auf welchen die Pferde, hin- und zurückgehend, mit ihrer vollen Kraft, und ohne unnöthige Ruhezeit, in Thätigkeit geſetzt werden können, während ihnen zugleich, indem ſie einander abwechſeln, die nothwendige Ruhe bleibt; ſo iſt es allerdings möglich, ſchon mit der gewöhnlichen Geſchwindigkeit der Frachtpferde, von 1000 Ruthen in der Stunde, die Frachten ſtatt $4^1/_2$ Meilen weit, wie es mit einerlei Pferden geſchieht, durch Tag und Nacht, 12 Meilen weit, ohne Koſtenerhöhung, fortzubringen. Sollen aber dieſelben Pferde eine Laſt ſtatt $4^1/_2$, auch nur 6 Meilen weit täglich fortziehen, ſo muß die Laſt im Verhältniß nothwendig geringer ſeyn und die Koſten werden nothwendig ſteigen. Bei der Anwendung der Dampfkraft finden Relais nicht wohl Statt, und folglich iſt hier der Gewinn gröſſerer Geſchwindigkeit ohne Erhöhung der Koſten um ſo weniger nöthig.

Man glaube auch nicht etwa, daß die große Geſchwindigkeit der Dampfwagen gleichſam natürlich ſey und daß durch eine geringere Geſchwindigkeit dieſer Fortſchaffungs-Maſchinen keine Erſparung zu erzielen ſey. Wenn nur die Dampfmaſchine darnach eingerichtet wird, ſo iſt es faſt gewiß, daß z. B. die Fortſchaffung der nemlichen Laſt durch einen Dampfwagen, der nur 1 Meile in der Stunde zurücklegt, auch nur den vierten Theil ſo viel koſten wird, als durch einen Dampfwagen, der ſich 4 Meilen in der Stunde fortbewegt.

Die Frage, ob es auf einer Eiſenbahn, die man zu bauen beabſichtigt, vortheilhafter ſeyn werde, Pferde zur Zugkraft zu nehmen, oder Dampf, läßt ſich durch bloße Vergleichung der Preiſe der Kohlen gegen die in der Gegend anderer Bahnen, wo man ſich der Dampfkraft bedient, eben ſo wenig entſcheiden, als ſich z. B. aus der bloßen Vergleichung der Frequenz der zu erwartende Ertrag der Eiſenbahn im Voraus ſchätzen läßt.

Die Abhänge der Straße haben zunächſt auf das Erforderniß an Transportkraft bei Dampfwagen noch mehr Einfluß, als bei Pferden; ſchon weil das mit auf die Abhänge hinaufzuhebende Gewicht der Dampfwagen ſelbſt, im Verhältniß zur fortbewegten Laſt bedeutender iſt, als bei Pferden. Ein Pferd, welches etwa 5 Ztr. wiegt, zieht auf der Eiſenbahn wenigſtens 200 Ztr. fort, und wiegt alſo nur den 40ſten Theil ſeiner Fracht. Ein Dampfwagen von 30 Pferden Kraft, der etwa 1500 Ztr. fortzieht, wiegt wenigſtens 220 Ztr., alſo etwa den 7ten Theil ſeiner Fracht. Auch iſt der Vorſpann auf ſtarken Abhängen, aus einem mit dieſem Umſtande zuſammenhängenden Grunde, bei der Dampfkraft, für dieſelben Koſten weniger wirkſam, als bei Pferden; desgleichen ſind überhaupt etwas ſtärkere Abhänge, zur Erſparung an Länge der Eiſenbahn, bei Pferden eher möglich, als bei Dampf, ſo daß auch die Rampen mit feſtſtehenden Dampfmaſchinen bei Pferden etwas mehr vermieden werden können, als beim Dampf. Ferner können die Bahnſchie-

nen, wenn mit Pferden gefahren werden soll, schwächer seyn, als bei Dampfwagen, weil der Dampfwagen, der nothwendig sehr schwer seyn muß, damit seine Räder auf den Schienen nicht gleiten, wegfällt; und was noch bedeutender ist: auch die Fundamentirung der Schienen ist weniger stark nöthig, besonders für gewöhnliche, mäßige Geschwindigkeiten; denn wenn auch unter einem Wagen von mäßiger Geschwindigkeit hie und da ein Schienentragstein sich niederdrückt, was leicht zu verbessern ist, so entsteht daraus noch keine Gefahr für die Passage, wie bei großen Geschwindigkeiten; welches alles, den Vortheil vermindernd, den die Dampfkraft in diesem oder jenem Falle versprechen mag, in Rechnung kommt.

Sodann kommt es darauf an, welche Geschwindigkeit des Transports nach den besondern örtlichen Verhältnissen am vortheilhaftesten befunden werden muß. Besteht der Verkehr auf der Straße vorzüglich in dem von dem von Reisenden, so kann es seyn, daß die Dampfkraft entschieden den Vorzug hat, selbst wenn die Kohlen theurer sind und die Zugkraft an sich selbst mehr kostet, als die gleiche Kraft der Pferde; und zwar insbesondere deshalb, weil die Geschwindigkeit, die sich mit Pferden erreichen läßt, enger begrenzt ist, nemlich, wie bekannt, nicht gut bis über 2 Meilen auf die Stunde getrieben werden kann, während wie die Erfahrung lehrt, Geschwindigkeiten von 4 Meilen und noch mehr, in der Stunde, durch Dampfkraft wirklich hervorzubringen sind. Jedoch frägt es sich dann wieder, ob die Frachten etwa so unbedeutend sind, daß sie sich ohne Schaden mit der Geschwindigkeit des Personen-Fuhrwerks, deren sie eigentlich nicht bedürfen, fortschaffen lassen; oder ob aus der Verschiedenheit der Geschwindigkeiten beim Begegnen und dem einander Uebereilen der Wagen nicht etwa Hindernisse und Gefahren für die Passage erwachsen; oder ob auf den Transport der Frachten ganz verzichtet werden könne; oder ob wirklich ohne alle Gefahr für die Passage verschiedene Geschwindigkeiten auf der Bahn ohne Nachtheil Statt finden können: nemlich ob der Verkehr so stark sey, daß die Zinsen der

Koſten einer doppelten Bahn herauskommen, die übrigens nicht gerade doppelt ſo groß ſind, als die einer einfachen Bahn, ſchon weil die Ausweichſtellen bei einer einfachen Bahn ſehr beträchtliche Koſten machen können, welche bei der doppelten Bahn zum großen Theil wegfallen. Iſt der Verkehr mit Frachten auf einer Eiſenbahn gegen den mit Paſſagieren überwiegend, ſo frägt es ſich wieder, ob für die größere Maſſe der Frachten die gewöhnliche Geſchwindigkeit hinreichend, oder ob eine Verſtärkung derſelben nothwendig ſey, und ob vielleicht eine mittlere Geſchwindigkeit, wenn keine Verſchiedenheit füglich praktikabel iſt, für Waaren und für Reiſende zugleich die vortheilhafteſte iſt.

Wird aber eine große Geſchwindigkeit auf einer Eiſenbahn, auf welcher etwa der Verkehr vorzüglich in dem von Paſſagieren beſteht, vortheilhaft befunden, ſo darf man ja nicht vergeſſen, daß durch die große Geſchwindigkeit, der Erfahrung nach, wiederum ſowohl die Eiſenbahnen, als die Dampfwagen, ſehr leiden, die dann beide mehr Erhaltungskoſten erfordern. Die Gerüchte von den Verwüſtungen, welche die große Geſchwindigkeit, beſonders der ſchweren Laſten, auf der Liverpooler Bahn anrichtet, ſind bekannt, und die Thatſache iſt nicht zu läugnen, obgleich die Nachrichten davon theils übertrieben werden, theils die Größe des Schadens in einem beſondern Umſtande ſeinen Grund hat, ſo daß noch keineswegs folgt, daß der Schaden auf andern Eiſenbahnen eben ſo groß ſeyn werde. Die Liverpooler Bahn iſt nemlich urſprünglich zum Theil gar nicht für Dampfkraft gebaut worden, ſondern für Pferde, alſo weniger ſtark als nöthig geweſen wäre. Man hat die Schienen nicht allein durch zu kleine Steine, ſondern ſogar blos durch ſchwache Querhölzer und zum Theil durch bloße Klötze unterſtützt; und daher kommt es, daß ſehr bedeutende Beſchädigungen nicht aufhörten und nicht eher aufhören können und werden, bis nach und nach die Bahn durch die Ausbeſſerungen ſelbſt hinreichende Stärke erhalten haben wird. Solche Beſchädigungen werden alſo nicht Statt finden, wenn man einer neuen Eiſenbahn,

gleich vom Anfang an, die erforderliche Stärke giebt. Die Zerbrechlichkeit der Dampfwagen, und die vielen und koſtbaren Reparaturen an denſelben, die den Gegnern der Dampfſuhrwerke Anlaß geben, gegen die Benutzung der Dampfkraft zum Transport überhaupt zu proteſtiren, iſt allerdings ebenfalls Thatſache; aber theils ſind die Nachrichten davon wiederum übertrieben, theils hat die Beſchädigung der Dampfwagen ebenfalls mit ihren Grund in der Schwäche der Bahn und wird ſich vermindern, wenn dieſelbe erſt verſtärkt ſeyn wird. Wäre indeſſen wirklich die Dauer der Dampfwagen jetzt verhältnißmäßig noch gering, ſo liegt darin noch kein Grund, etwa einem Transportmittel ganz zu entſagen, welches in Rückſicht auf die Geſchwindigkeit, Wirkungen hervorbringt, die bisher auf keinem andern Wege zu erlangen waren und welches eigentlich unſchätzbar iſt; vielmehr im Gegentheil ein Antrieb, ferner um Vervollkommnung dieſer Maſchine ſich zu bemühen, welchem Antriebe man auch glücklicherweiſe, beſonders in England, wirklich folgt.

Hat ſich nun gefunden, daß auf einer zu erbauenden Eiſenbahn, die gewöhnliche Geſchwindigkeit oder doch wenig mehr nach den örtlichen Umſtänden die vortheilhafteſte ſeyn werde, weil nemlich der einzelne Verkehr etwa in ſchweren Frachten beſteht, von einer Art, daß die Eil des Transports ohne weſentlichen Nutzen iſt, wie z. B. wenn vorzüglich Kohlen, Holz, Metalle, Getreide und dgl. zu transportiren ſind; ſo ſcheint es zwar beim erſten Anblick, daß hier Pferdekraft entſchieden beſſer ſeyn werde, als Dampfkraft; indeſſen folgt ſolches noch nicht mit Gewißheit, ohne wirklichen Ueberſchlag der Koſten; und blos allgemeiner Schätzungen, von vorhandenen andern Fällen ausgehend, können wieder auf Irrthümer führen. Fände ſich z. B., daß die Pferdekraft um etwas wohlfeiler ſey, als es die Dampfkraft für große Geſchwindigkeiten ſeyn würde, ſo folgt daraus noch keineswegs, daß die Dampfkraft auch für geringere Geſchwindigkeiten theurer ſeyn werde, ſondern es läßt ſich eher nach dem allgemeinen Satze, daß ſich die Transportkoſten umgekehrt

wie die Geſchwindigkeiten verhalten, vermuthen, die Dampfkraft werde wohlfeiler ſeyn. Wir kommen auf die Leiſtungen verſchiedener Dampfwagen auf verſchiedenen Bahnen zurück.

Ueberall läßt ſich auch hier, bei der Frage, ob man Pferde oder Dampfkraft benutzen ſolle, nur nach wirklicher und zwar näherer Berechnung urtheilen, niemals nach blos allgemeiner Schätzung und nach allgemeiner Vergleichung mit den Erfolgen in andern, vorhandenen Fällen. Und auch dieſe Berechnung iſt wieder nicht eher mit Sicherheit möglich, als bis die Straßenlinien ausgemittelt und ihre Länge, nebſt ihren verſchiedenen Abhängen, wirklich ausgemeſſen iſt.

Drittes Kapitel.

Von der Beſchaffenheit, Anfertigung, Prüfung und Unterſtützung der Schienen.

Rinnen-Schienen (plate rails).

Die gußeiſernen Schienen hatten urſprünglich die Geſtalt einer Rinne oder eines halben Falzes, in welchem die Räder liefen, die Engländer nannten ſolche Straßen Trame-road; wir nennen ſie auch deutſche Schienenwege, B. Fig. 1 u. 3. Sie ſind ſehr häufig in England angewendet worden, beſonders in den ſüdlichen und mittleren Grafſchaften. In Süd-Wales, wo ſehr viele Schienenwege liegen, ſieht man ſie noch jetzt ſehr häufig, denn obwohl man ſich hinlänglich von den Vortheilen der engliſchen oder Stabſchienenwege überzeugt hat, ſo hält es doch ſchwer, neue Anlagen dieſer Art auf dieſe Weiſe vorzurichten, weil man dadurch den Vortheil verliert, ſie mit den ſchon vorhandenen in Verbindung zu ſetzen. Dieſe Schienen beſtehen nur aus Gußeiſen und nie ſind ſie aus Stabeiſen angefertigt worden.

Die Schienen wurden auf Querhölzern vermittelſt Nägeln mit verſenkten Köpfen befeſtigt oder vermittelſt Vorſprüngen an den Enden. Auch legte man ſie auf Steine C. Fig. 1 und befeſtigte ſie auf denſelben mittelſt ſtarker Nägel, die in hölzerne Pflöcke getrieben wurden, welche Löcher in den Steinen ausfüllten. Die Nägelköpfe ſind in den Schienen verſenkt.

Dieſe gußeiſernen Schienen wären gewöhnlich 34 bis 36 Zoll lang und hatten in der Regel einen horizontalen platten Theil, B. Fig. 2, von 3 bis 4 Zoll Breite und ohngefähr 1 Zoll Stärke, mit einem ſenkrechten, nach oben vorſtehenden Rande A von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Höhe, der in der Mitte der Länge der Schienen vielleicht noch einmal ſo hoch war, als an den Enden, auch zuweilen, jedoch ſelten, noch unten einen ſenkrecht, vorſpringenden Rücken C. 2 bis 3 Zoll in der Mitte hoch und ſich nach den Enden der Schienen zu verlaufend, hatte.

Auf dem horizontalen Theil liefen, wie man aus Fig. 1 erſieht, die Räder; der obere Rand hielt ſie ab, die Räder zu verlaſſen. Er befand ſich auf der innern Seite der Schienen, um die etwa von den Füßen der Pferde in Bewegung geſetzten Steinchen von den Schienen abzuhalten; der untere Rand diente blos zur Verſtärkung der Schienen.

Die Schienen wurden gewöhnlich mit ihren Enden ſtumpf zuſammengeſtoßen. An jedem Ende einer Schiene war ein rechtwinklicher Einſchnitt, welcher gegen den der folgenden Schiene paſſend, ein viereckiges Loch bildete, durch welches man einen Nagel trieb, der nur auf dieſe Weiſe je zwei Schienen zugleich auf dem Tragſteine feſthielt. Der Kopf des Nagels wurde in den horizontalen Theil der Schiene verſenkt.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen eine andere Art und Weiſe die Rinnen-Schienen auf den Tragſteinen ohne Nägel zu befeſtigen und mit einander zu verbinden, welche ſich durch die Leichtigkeit mit der die Schienen hingelegt und weggenommen werden können, auszeichnet, welches bei der vorhin

angegebenen Art, einige Schwierigkeiten hat. Fig. 4 iſt ein Längendurchſchnitt zweier auf ihre Tragſteine (Stone blocks oder Sleepers) C. D. E. liegenden Schienen; und Fig. 3 ein Grundriß derſelben. Zwei Schienen ſtoßen durch einen Ausſchnitt in der einen und durch einen darein paſſenden Vorſprung in der andern zuſammen und an jeden iſt ein ſchiefer Zapfen gegoſſen, der in den Tragſtein eingelaſſen wird. Um aber die Schienen leicht aufnehmen zu können, iſt alle 90 Fuß ein ſenkrechter Zapfen vorhanden, wie bei C. Fig. 4. Fig. 5 zeigt das Ende einer Schiene mit einem Zapfen, der in den Einſchnitt der nächſten Schiene paßt, ſo wie mit einem ſchief ſtehenden Zapfen D. Derſelbe iſt oben an der Schiene $1^3/_4$ und an ſeinem Ende 1 Zoll ſtark, ſo wie $2^1/_2$ Zoll lang. — H iſt der ſenkrechte Rand, I der horizontale Theil der Schiene, auf welcher die Räder laufen, K ein Vorſprung, der den Zweck hat, daß die Schienen feſter auf den Tragſteinen liegen. Die Schwere einer ſolchen Schiene beträgt 42 Pfund.

Die Breite einer ſolchen Bahn betrug $2^1/_4$ bis $4^3/_4$ Fuß. Der Weg zwiſchen den beiden Schienenreihen wurde chauſſirt, wie Fig. 1. zeigt, oder gepflaſtert.

Nach den Verſuchen von Wood beträgt die Reibung auf gut gelegten Rinnenſchienen den 196ſten Theil der Laſt. Der Durchmeſſer der Axe der Wagen iſt der 14te Theil des Durchmeſſers der Räder.

In neuerer Zeit ſind die Rinnenſchienen völlig aus dem Gebrauch gekommen, weil ſich in den Falz derſelben Staub, Moder und Näſſe feſtſetzt, was die Reibung vermehrt und die Zerſtörung der Schienen beſchleunigt; weßhalb es auch nicht nöthig iſt; hier länger dabei zu verweilen. Gleichwohl haben dieſe Schienen den weſentlichen Vorzug, daß die Bahnwagen auf jedem andern Wege fahren können.

Stabſchienen (edge rails).

Wegen der mehrfachen Uebelſtände der Rinnenſchienen, iſt man ſeit lange darauf gefallen, den Schienen eine rücken-

förmige, über den Boden vorſpringende Geſtalt zu geben, ſo daß darauf nichts liegen bleiben kann. Die Wagenräder bekommen dann vorſtehende Ränder. Der erſte Verſuch mit ſolchen Schienen, welche die Engländer edge rails und die Deutſchen engliſche Schienen nennen, iſt auf einer Heerſtraße vor länger als 40 Jahren gemacht worden. Es iſt aber dieſer Verbeſſerung wie ſo vielen andern ergangen, es hat die einfachſte Idee nicht zuerſt den Platz behauptet. Da man eine platte Bahn mit möglichſt geringer Reibung haben wollte, ſo wäre es in der That weit natürlicher geweſen, die Schienen über die Straße zu legen, als mit ihr gleich hoch, und eine Rinne daraus zu machen, in welcher ſich Moder und Staub feſtſetzen können. Gleichwohl ſind in England die erſten 50 deutſchen Meilen Eiſenbahnen mit Rinnenſchienen gebauet worden, da ſie den großen Vortheil gewährten, mit gewöhnlichen Wagen befahren werden zu können.

Die erſten Stabſchienen (edge rails) ſind von Gußeiſen und ohngefähr $3^2/_3$ Fuß lang gemacht worden. Anfangs war der Querſchnitt der Schienen beinah ein Rechteck wie Fig. 6 und auf dieſe Weiſe findet man ſie noch bei manchen Bergwerken und bei temporairen Bahnen eingerichtet. Darauf gab man den Schienen oben mehr Breite als unten, damit ſie den Rädern mehr Fläche zur Berührung darbieten möchten. Die Breite nahm nach unten hin ab und unten wurde noch eine Verſtärkung angebracht (Fig. 7). Endlich gab man dem Querſchnitte der Schienen die Geſtalt eines T und dieß iſt im Allgemeinen diejenige, welche ſie beibehalten haben. Sie haben ſämmtlich einen horizontalen Theil, auf welchem das Rad läuft und einen vertikalen darunter, welcher jenen verſtärkt.

Der Länge nach machte man die Schienen nach unten krumm (Fig. 8) um Maſſe zu ſparen und ihnen gleiche Widerſtandskraft für jede Art der Belaſtung zu geben, nemlich man machte ſie in der Mitte höher als an den Enden. Man meinte, die Kurve müſſe diejenige des gleichen Widerſtan-

des, alſo eine Ellipſe ſeyn. Da aber die Schienen nicht frei auf ihren Unterſtützungspunkten ruhen, ſondern da ſie auch mit einander verbunden und ſtets ſtark in den Schienenſtühlen eingeklemmt werden, ſo iſt der Fall etwas anders.

Befeſtigung der Endpunkte der Schienen. Schienenſtühle.

Die Art der Befeſtigung der Endpunkte der Schienen, iſt etwas ſehr Weſentliches. Anfänglich gab man den Schienen an den Enden eine Art von Lappen, welche ſich auf die Tragſteine legten, auf denen man ſie vermittelſt Nägeln befeſtigte. So ſtießen die Schienen an den Enden ſtumpf zuſammen. Die Laſt drückte auf die vier Endpunkte der Lappen; lag nun etwa die Oberfläche dreier aufeinander folgender Steine nicht genau in einer und derſelben Ebene, ſo trugen die vier Endpunkte nicht gleichförmig, und da die ſtarken Schienen ſich nicht genugſam biegen konnten, ſo mußten ſie häufig brechen.

Darauf kam man auf den Gedanken, noch einen dritten Körper zwiſchen die Schiene und den Tragſtein zu legen, der einen Theil des Stoßes auffange. Man legte alſo die Enden der Schienen auf Schienenſtühle (Chairs, Chaises, Cousinets) von Gußeiſen und erſt dieſe auf die Tragſteine. Die Befeſtigung von jenen auf die letztern geſchah mittelſt zweier Pflöcke. Das auf dem Schienenſtuhl ruhende Ende der Schiene wurde vermittelſt eines horizontal durch die Schiene und die beiden Wangen des Schienenſtuhls gehenden, Nagels gehalten.

Man bemerkte aber nun, daß ſich die Steine, die von der Laſt des Fuhrwerks mehr oder weniger in die Erde eingedrückt wurden, beim Uebergange der Wagen nach vorn und nach hinten neigten, ſo daß das Ende der einen Schiene ſich hob, während das anſtoßende Ende der nächſten Schiene ſich ſenkte, woraus ein Vorſprung auf der Bahn entſtand, der einen, den Schienen ſowohl, als den Wagenrädern und der bewegenden Kraft nachtheiligen Stoß verurſachte.

Um dieſen Uebelſtand zu verringern, fügte man die Schienen mit halbem Blatte zuſammen, indem man ſie zuſchrägte und etwa 2¼ Zoll lang neben einander treten ließ (Fig. 9 u. 30 a u. b). Durch den Schienenſtuhl wurde ein einzelner horizontaler Nagel getrieben, und zwar durch die Blätter der beiden Schienen. Ferner ſchrägte man den horizontalen Theil des Schienenſtuhles ab, auf welchem die Schienen ruhen und machte ihn konver (Fig. 12), ſo daß der Schienenſtuhl die Schienen nur an einem einzigen Punkte ſenkrecht unter der Mitte der Blätter der Schienen trug. Auf dieſe Weiſe ruhete jede Schiene nur auf dem höchſten Punkte des Stuhllagerrückens, und der Stein konnte ſich nach vorn und nach hinten neigen, ohne daß der Unterſtützungspunkt merklich wankte; wenigſtens ſenkten ſich beide Schienen zugleich. Man hat auch die Anordnung noch verändert, aber ſtets die Regel beibehalten, die Enden zuſammenſtoßender Schienen nur auf einem einzigen Punkte ruhen zu laſſen.

Man hat auch die Schienen mit den Schienenſtühlen auf andere Weiſe, als vermittelſt durchgehender Nägel zu verbinden geſucht, weil die Nägel ſich leicht biegen, alſo die Schienen nicht feſt genug halten, auch bei Ausbeſſerungen ſchwer herauszuziehen ſind und dieß iſt jetzt überall der Fall. Man hat in der einen Wange des Schienenſtuhls eine runde oder eckige Vertiefung angebracht, in welche von der Seite ein vorſpringender Theil der Schiene tritt, die auf ſolche Weiſe an den Stuhl feſtgehalten wird, der, da er ſelbſt auf dem Tragſteine befeſtigt iſt, die Bewegung der Schienen von unten nach oben hindert. Um die Schienen gegen den Stuhl zu ſtemmen, von welchem ſie nur die eine Wange berühren, treibt man zwiſchen die Schienen und die andere Wange des Stuhls einen hölzernen oder eiſernen Keil, und zwar horizontal, oder parallel mit der Länge der Schiene und in einen kleinen für den Keil beſtimmten Ausſchnitt der Wange. Die Fig. 14, 15, 16, 17, 18, 19, 9, 10, 11, 20 und 41 zeigen mehrere verſchiedene Arten der Befeſtigung der Schie-

nen und der Schienenstühle nach diesem System. Es lassen sich vielerlei Anordnungen der Stühle und der Verbindungen der Schienen denken, Wir werden hier die vorzüglichsten, dabei zu beobachtenden Bedingungen untersuchen, nachdem wir zuvor von der Anfertigung und Anwendung gegossener und gewalzter eiserner Schienen und von den Gestalten derselben geredet haben. Die Räume a a Fig. 20 nehmen die Keile auf. Diese Form von Stuhl und Schiene lassen eine kleine Veränderung in der Lage der Scheitelfläche vermittelst der Verkeilung zu.

Gußeiserne Schienen.

Vor dem Jahre 1810 kannte man nur gußeiserne Schienen, jedoch werden sie jetzt nach und nach durch die gewalzten gänzlich vertrieben werden. Unter gewissen Umständen, da wo Gießereien in der Nähe, Walzwerke mit Vorrichtungen zur Anfertigung der Schienen aber entfernt sind, oder wenn man bei Hüttenwerken selbst Schienenwege anlegen will, und dann das Roheisen, welches zu Schienen vergossen wird, nicht zu berechnen braucht, ferner bei temporairen Eisenbahnen, bei großen Bauen ꝛc., haben freilich die gußeisernen Schienen den Vorzug vor den gewalzten.

Die Anfertigung der gußeisernen Schienen hat keine Schwierigkeiten und kann in jeder Gießerei durch Ladenguß ausgeführt werden. Man muß dazu gutes graues und kein weißes oder halbirtes brüchiges Roheisen nehmen. Die Formen sind sehr verschieden. In Bergwerken und auch zur Tageförderung bei Berg- und Hüttenwerken, haben sie gewöhnlich einen rechteckigen Durchschnitt Fig. 6 c. treten wie die Rinnenschienen Fig. 3 zusammen und sind mit Laschen versehen, mittelst denen sie an die hölzernen Läger aufgenagelt sind. Eine andere Form ist die in Fig. 30 a und b abgebildete; sie ist bei mehreren bedeutenden Eisenbahnen in England angewendet, z. B. bei der Darlington-Bahn. Je höher die Verstärkungsrippe gemacht wird, oder je stärker die Kurve derselben ist, um so größer wird auch deren Tragkraft

ſeyn, um ſo bedeutender aber auch das Gewicht der Schiene. Die Breite der Schienen und der aufrechtſtehenden Rippe derſelben, worauf es hier namentlich ankommt, kann nämlich bei der Ausführung von Gußeiſen nicht füglich geringer als $^1/_2$ Zoll genommen werden, weil das Eiſen bei ſchwächern Dimenſionen durch die zu ſchnelle Abkühlung an den Wänden der Form weiß und ſpröde wird. Es iſt hierdurch eine Grenze gegeben, welche namentlich bei Schienen deren Gewicht überhaupt nur gering ſeyn ſoll, die weitere Vermehrung der Tragkraft durch größere Höhe der Schienen bedingt. Um dieſem Uebelſtande zu begegnen, ſchlägt Herr Geheimer Ober-Bergrath v. Dechen in Berlin (Karſtens Archiv f. Mineralogie ꝛc. VI, 380 ꝛc.) vor, die aufrechtſtehende Rippe nicht voll, ſondern durchbrochen zu gießen, ſo daß dieſelbe aus einer untern, nach der Ellipſe geformten Leiſte und aus ſenkrechten Trägern beſteht, die in gleichen und angemeſſenen Entfernungen die obere Leiſte oder eigentliche Schiene unterſtützen. Die Eiſenſtärke in der untern bogenförmigen Leiſte und in den ſenkrechten Trägern, kann hierbei bis auf $^1/_2$ Zoll vermindert werden, und dennoch iſt die ganze Fläche des Querſchnittes, bei einer beträchtlichen Höhe nicht größer als bei den vollgegoſſenen Schienen, welche eine viel geringere Höhe haben. Herr v. Dechen ließ ſolche Schienen gießen und unterwarf ihre Tragkraft einer ſtrengen Prüfung, die ſie ſehr gut beſtanden, indem ſie bei gleichem Gewicht und gleicher Länge viel größere Laſten tragen können, ehe ſie brechen, als die voll gegoſſenen Schienen.

Sie haben außerdem in der Anwendung noch folgende Vorzüge vor den voll gegoſſenen Schienen voraus.

1) Sie können ohne eine beträchtliche Vermehrung des Gewichts, auf eine Längeneinheit bezogen, beträchtlich länger gemacht werden, als die voll gegoſſenen Schienen, deren Gewicht bei größerer Länge (als $3^2/_3$ Fuß) ſehr raſch zunimmt. Hierdurch wird eine weſentliche Erſparung, ſowohl an den gußeiſernen Lagern, als auch an den Materialien herbeige-

führt, worauf dieſe Lager befeſtigt werden und welche namentlich bei Fundamentalſteinen ſehr koſtbar ausfallen.

2) Dieſelben brauchen nicht ſo hoch über die Bahn worauf die Pferde gehen, gehoben zu werden, als die vollen Schienen, weil das Waſſer von der Bahn einen ungehinderten Abfluß zwiſchen den ſenkrechten Trägern und unter der obern Leiſte der Schienen findet und dieſer Umſtand führt zu einer neuen Erſparung an dem Gewicht der gußeiſernen Lager, durch welche dieſe Erhöhung hervorgebracht werden muß, und vermindert auch den Nachtheil, der aus einer Verengung der Bahn durch die Fundamentſteine herbeigeführt wird. Hiernach würde dieſe Schienen-Konſtruktion ſehr zu empfehlen und gleich im Großen ausführbar ſeyn, wenn nicht der Umſtand, daß der mittlere Theil der untern Leiſte dabei nothwendig in dem Boden zu liegen kommt, beſonders im Winter, wo dieſer letztere friert, das Bedenken erregte, daß dadurch der Haltbarkeit dieſer Schienen ein weſentlicher Nachtheil zugeführt werden könnte. Dennoch würden Verſuche mit dieſen Schienen ſehr wünſchenswerth ſeyn. Sie haben, bei einer Länge von 6 Fuß im Gießen keine Schwierigkeiten verurſacht und wogen 37 Pfd., in der Mitte 6 Zoll hoch, die Oeffnung im Lichten 5¼ Zoll weit, wogegen 3 Fuß lange und 3 Zoll hohe Schienen, von der Form Fig. 30, 18, 3 Pfund wiegen.

Gewalzte eiſerne Schienen.

Wegen des harten Ganges der Fuhrwerke auf den gußeiſernen Schienen und wegen des häufigen Zerbrechens derſelben, fiel man darauf, die Schienen von Stabeiſen auszuwalzen. Die erſten Verſuche damit mißlangen; aber ſchon 1810 kam diejenige Geſtalt der Schienen auf, welche im Allgemeinen noch jetzt gebräuchlich iſt.

Die gußeiſernen Schienen haben gegen gewalzte im Allgemeinen folgende Nachtheile:

1) brechen jene leichter als dieſe;

2) darf man ſie nicht länger machen, als von einem

Stützpunkte bis zum nächsten d. h. höchstens 4 bis 6 Fuß, weil das Gußeisen zu wenig biegsam ist; als daß sich eine daraus gefertigte Schiene auch zwischen den Endpunkten unterstützen ließe. Die Stöße welche so bei den Zusammensetzen zweier Schienen entstehen, sind also bei den kurzen Schienen häufiger. Die gewalzten Schienen dagegen können 15 Fuß lang seyn und es finden daher auf solch einem Schienenwege weit weniger Verbindungen einzelner Schienen statt; ein sehr wesentlicher Vorzug, wodurch die Bewegung der Lastwagen, mehr wie man auf den ersten Blick glauben sollte, erleichtert und gleichförmig gemacht wird.

3) Das Gußeisen ist zwar auf der Oberfläche sehr hart, jedoch nur in geringer Dicke seiner Rinde; ist dieselbe abgenutzt, so widersteht das Innere sehr ungleich und wird bald rauh.

4) Gewalzte Schienen lassen sich leicht ein wenig biegen und es können daher mit denselben die Biegungen des Schienenwegs, wo dieselben erforderlich sind, weit regelmäßiger hergestellt werden, als dieß mit gußeisernen Schienen möglich ist.

5) Die gewalzten Schienen können weit sicherer befestigt werden, wie dies bei gußeisernen geschehen kann; auch dürfte die Reibung auf denselben geringer seyn, wie auf letztern.

6) Endlich sind die gewalzten Schienen wohlfeiler als die gußeisernen, da der laufende Fuß von letztern bei gleicher Tragkraft, im Durchschnitt doppelt so schwer seyn muß, als von erstern. Besonders ist dies im höhern Grade für England der Fall, wo die gewalzten Schienen immer noch 40 bis 45 % wohlfeiler sind, als in Deutschland.

Anfertigung der stabeisernen Schienen.

Die stabeisernen Schienen werden mittelst eines eigends dazu eingerichteten Walzwerks, dessen Walzen in der Fig. 50 und 51 abgebildet sind, in einer Hitze ausgewalzt, nachdem die dazu erforderlichen Stäbe vorher durch gewöhnliche Stabeisenwalzen dargestellt worden sind. Ueber die beste

Qualität des Eisens zu den Schienen, werden wir weiter unten noch Einiges bemerken. Die Schienen, für welche die in der Zeichnung dargestellten Walzen [1]) eingerichtet, sind die zuerst auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn angewendeten, von der Form Fig. 17, von denen das Yard (3 engl. Fuß) 35 englische Pfunde wiegt.

Die zu walzende Schiene ist oben $1^5/_8$ Zoll $+ {}^3/_4$ Zoll oder $2^3/_8$ Zoll breit und ihre Höhe beträgt $3^1/_2$ Zoll am höchsten, $2^1/_2$ Zoll am niedrigsten Punkte; ihre ganze Länge ist 15 Fuß, aus 5 gleichen, 3 Fuß langen Theilen bestehend. Um diese Schienen zu walzen, wird daher ein 15 Fuß langer Eisenstab genommen, dessen Breite $\frac{2^1/_2'' + 3^1/_2''}{2} = 3''$ und dessen Höhe $\frac{1^5/_8'' + {}^3/_4''}{2} = 1^3/_{16}''$ beträgt. Dieser Stab ist, wie schon bemerkt, entweder auf andern Walzen angefertigt, oder es befindet sich auf den Schienenwalzen selbst ein Schnitt, um einen Stab von diesen Dimensionen auszuwälzen. Ist derselbe auf die Dimensionen von 3 Zoll und $1^3/_{16}$ Zoll gebracht, so muß er noch so heiß seyn, daß er noch sechsmal die Walze durchlaufen kann, um sich in eine Schiene zu verwandeln.

Der Stab gelangt zuerst in den Einschnitt Nro. 1, durch den er einen trapezoidischen Querschnitt annimmt, 3 Zoll hoch, $1^5/_8$ und $^3/_4$ Zoll breit. Er gelangt darauf in den Einschnitt Nro. 2, wo sich bereits ein etwas abgerundeter Kopf bildet. In dem Einschnitte Nro. 3 nimmt die

---

[1]) Diese Walzen sind aus der Abhandlung der Herren von Deynhausen und von Dechen „über die englischen Schienenwege" („Karstens Archiv 19. S. 101. ꝛc.") entnommen und auf dem Eisenwerke Pon-y-daran bei Merthyr-Tydwill in Wales vorhanden. In England giebt es jetzt auf vielen Eisenwerken solche Schienenwalzwerke, in Deutschland erst wenige, unter denen das der Herren Remy et Comp. zu Rasselstein bei Neuwied besonders ausgezeichnet ist; es lieferte die Schienen für die Nürnberger Bahn.

Abrundung zu und bildet sich an dem untern Ende auf einer Seite eine vorstehende Kante; in Nro. 4 erhält der Kopf seine völlige Gestalt und auch auf der andern Seite bildet sich eine vorstehende Kante; die Höhe der Schiene ist unverändert 3 Zoll geblieben. In dem Einschnitt Nro. 5, wohin die Schiene nunmehr gelangt, wird die Schwellung gebildet, welches mittelst eines Excentrikums geschieht. Da nemlich die Spannung des Bogens einen Zoll beträgt, so wird auf der Walze ein Kreis eingeschnitten, dessen Mittelpunkt um einen halben Zoll von dem Mittelpunkte der Walze absteht. Dadurch, indem sich die Walze dreht, beträgt die Höhe der Leere 5 bald $3^1/_2$, bald nur $2^1/_2$ Zoll, und indem die Schiene diesem Spiel folgen muß, werden auf ihrer untern Seite bogenförmige Erhöhungen gebildet.

Bei der Konstruktion des Excentrikums ist aber zu berücksichtigen, daß die ganze Länge des Schienenstücks, welche einen bogenförmigen Ansatz haben soll, 36 Zoll beträgt. Es muß also, wenn R den Radius des Excentrikums bezeichnet, $2\,R\,\pi = 36''$ daher $R\,\frac{36}{2.\,\pi} = 5'',\,75$ seyn und muß daher der Radius des Excentrikums $= 5^3/_4$ Zoll gemacht werden. Es bleibt außerdem noch zu berücksichtigen, daß auf eine Länge von 5 Zoll die untere Fläche der Schiene gerade, und die Schiene nur $2^1/_2$ Zoll hoch seyn soll und muß daher auf dem Excentrikum der Bogen, auf einer Länge von 5 Zoll, nicht aus dem Mittelpunkte des Excentrikums, sondern aus dem der Walze beschrieben werden. Aus dem so konstruirten Excentrikum wird alsdann die verlangte Form der Schienen hervorgehen. Da indessen bei dieser Operation die Gestalt der Schiene noch nicht vollkommen scharf erhalten wird, so passirt dieselbe noch den Einschnitt Nro. 6, welche den vollen Querschnitt der Schiene an ihrem höchsten Punkte darbietet, und daher $3^1/_2$ Zoll lang ist. Hiermit ist die Operation des Auswalzens beendigt. Man wird einsehen, daß die Produktionskosten der gewalzten Schienen nur wenig theurer sind, als die des gewalzten Stab-

eisens, welches auch mehrere Kaliber zu passiren hat. Ein gut eingerichtetes Walzwerk kann täglich 20 Tonnen Schienen liefern; wenigstens ist dies in England der Fall.

Prüfung und Vergleichung der Tragkraft gußeiserner und stabeiserner Schienen [1]).

Wenn man blos den statischen Widerstand einer Schiene von rechteckigem Querschnitt, und zwar von der Höhe c und der Breite b in Betracht zieht, so ist die Last, welche eine Schiene von der Länge L, von einem Stützpunkte zum nächsten gemessen, und frei und aufliegend, tragen kann = $\frac{2}{3}$ R. $\frac{b\,c\,2}{L}$, wo R einen Durchschnitt der Gewichte bezeichnet, welche die Einheit der Fläche trägt, nach dem Grade der Festigkeit, der für zureichend erachtet wird. Bestimmen wir hier R nach derjenigen Belastung, welche noch geringer ist, als diejenige, die eine bleibende Biegung hervorzubringen vermag, nnd setzen sie 61 Pfund auf die Quadratlinie für Stab- und 76 Pfd. für Gußeisen, so ist das letztere allerdings im Vortheil.

Aber die Schienen tragen nicht ruhende Lasten, sondern es wirkt auf sie auch der Stoff bewegter Massen. Desgleichen liegen sie nicht frei, sondern sind in die Schienenstühle eingeklemmt. Deshalb ist die obige Formel nicht anwendbar, sondern man kann sich wegen der Stärke der Schienen nur an der Erfahrung auf wirklichen Straßen halten. Diese ergiebt bis jetzt Folgendes.

1) Zu Darlington und auf einigen andern Eisenbahnen bestehen die Schienen aus Gußeisen Fig. 30 oben 2 Zoll $1\frac{1}{4}$ Linie breit, $3\frac{2}{3}$ Fuß von einem Stützpunkt bis zum

[1]) Nach des Ober-Ingenieurs Minard trefflichen „Vorlesungen über Eisenbahnen" gehalten 1833 und 1834 in der Ecole des ponts et chaussées zu Paris; deutsch in Crelles Journal für die Baukunst Bd. IX. Heft 2; jedoch hier bedeutend vermehrt und ergänzt.

andern lang, im Durchschnitt $4^1/_2$ Zoll hoch und 1 Zoll dick. Der laufende Fuß Schiene wiegt $14^3/_4$ Pfd. Von den darauf fahrenden Bahnenwagen wiegt einer 80 Zentner, ein Dampfwagen 160 Zentner. Die Wagen bewegen sich mit 14 Fuß Geschwindigkeit in der Sekunde ($2^1/_{10}$ Meilen in der Stunde.)

2) Auf der Liverpool-Mancester Eisenbahn bestehen die Schienen aus Stabeisen (Fig. 17 und 18). Sie sind oben 2 Zoll $1^1/_4$ Linien breit, 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll von einem Stützpunkte bis zum andern lang, $3^1/_6$ Zoll im Durchschnitt hoch und 1 Zoll $1^3/_4$ Linien im Durchschnitt dick. Der laufende Fuß Schiene wiegt 11 Pfd. $12^1/_3$ Loth. Ein Bahnwagen, wie sie auf dieser Straße mit 28 Fuß Geschwindigkeit in der Sekunde ($4^3/_5$ Meile in der Stunde) fahren, wiegt 100 Ztr., ein Dampfwagen 220 bis 240 Ztr. Aber die Schienen sind für dieses Fuhrwerk zu schwach, weshalb man sie auch nach und nach mit stärkern auswechselt, von denen der laufende Fuß 16 Pfd. $21^1/_3$ Loth wiegt (Fig. 25); jedoch läßt sich annehmen, daß sie auf der Darlingtoner Bahn stark genug seyn würden, was um so gewisser ist, da man auf derselben die gußeisernen, ebenfalls mit gewalzten Schienen auswechselt, die oben 2 Zoll $1^1/_4$ Linie breit, 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll von einem Stützpunkt bis zum nächsten lang, $2^3/_4$ Zoll im Durchschnitt hoch, $11^1/_2$ Linien im Durchschnitt dick sind, und 9 Pfund 12 Loth der laufende Fuß wiegen. Zwar hält man diese leichten Schienen für zu schwach; aber gleichwohl tragen sie das gegenwärtige Fuhrwerk.

Die Liverpooler 11 Pfd. $12^1/_3$ Loth schweren gewalzten Schienen, sind ungefähr eben so stark, als die gußeisernen von $14^3/_4$ Pfd. schweren zu Darlington, so daß also, wie sich hieraus ergiebt, das geschmiedete Eisen im Vortheil ist.

Wenn wir nun aus diesen Erfahrungen im Großen die Masse anderer Schienen von ziemlich ähnlicher Gestalt und von ohngefähr gleichen Fuhrwerken befahren, herleiten wollen, so können wir uns des Ausdruckes

$$P = \frac{2}{3} R. \frac{b\,c\,2}{L}$$

bedienen, wo P die größte, in Bewegung geſetzte Belaſtung auf der Mitte der Schienen, b und c die mittlere Höhe und Dicke derſelben und L die Entfernung der Stützpunkte von einander bezeichnen. R iſt der Widerſtands-Koefficient, deſſen Werth wir aus dem Maaß bei der Darlington-Bahn herleiten wollen, annehmend, daß auf derſelben die größte Belaſtung P = 6403 Pfd. iſt, für b c und L aber die Maaße von Darlington und Liverpool für die beiden Fälle des Guß- und des Walzeiſens ſetzend.

Dieſes giebt dann R = 145,6 für Guß- und R = 202 für Walzeiſen, wenn nemlich b c L in Linien und P in Pfunden ausgedrückt werden. Es iſt alſo:

$$P = 134{,}8. \frac{b\,c\,2}{L} \text{ für Walz- und}$$

$$P = 97{,}05. \frac{b\,c\,2}{L} \text{ für Gußeiſen,}$$

und dieſe Formeln dienen, b, c, L in den beiden Fällen für andere Schienen zu beſtimmen.

Die Vorausſetzung von 6403 Pfunden größter Belaſtung auf der Darlington-Bahn, wo die Dampfwagen ungefähr 17,600 Pfd. wiegen, erklärt ſich folgendermaaßen.

Da die Entfernung der Stützpunkte der Schienen von einander kleiner iſt, als diejenigen der Wagenachſen, ſo ſcheint es, daß eine Schiene niemals mehr als den vierten Theil des Gewichts eines Dampfwagens, mithin nicht über 40 Ztr. zu tragen bekommen könne. Aber Herr Wood bemerkt mit Recht, daß die Schienen, in Folge einer Einſenkung der Tragſteine ſich gegen einander neigen, und dann nicht mehr in einer und derſelben, die vier Räder des Wagens berührenden, Ebene liegen können; daß es alſo möglich iſt, daß die Laſt des Wagens nur auf drei Rädern ruhe, ſo daß alſo die Mitte einer Schiene auf der Darlington-Bahn für einen Augenblick die Hälfte des Gewichts eines Laſtwagens oder des Dampfwagens, alſo 80 Ztr. zu tragen bekommen kann.

Da indeſſen die Wirkung davon durch die Federn, auf welchen die Laſt ruht, ſehr vermindert wird, ſo nehmen wir 6403 Pfd. (3000 Kilogr.) an. Jedoch werden wir weiter unten ſehen, daß die Geſchwindigkeit die Wirkung der Laſten auf die Schienen verſtärkt.

Will man die Formel auf der Liverpool-Bahn anwenden, vorausſetzend daß die Stützpunkte eine Entfernung von 2 Fuß $10^4/_8$ Zoll behalten, daß die Höhe der Schienen $c = 3$ Zoll 10 Linien ſeyn ſoll und daß die größte Belaſtung, die von einem 240 Ztr. wiegenden Dampfwagen herrühren kann, 10,671 Pfund iſt, ſo findet ſich b aus dem Ausdruck

$$10{,}671 = 134{,}8 . \frac{46\ 2}{418} . b ,$$ was $b = 1$ Zoll $3^3/_8$ Linien

giebt. Solche Schienen würden 17 Pfd. 12 Loth der laufende Fuß wiegen, welches Gewicht demjenigen nahe kommt, das man den Schienen auf den von London und Birmingham und Briſtol anzulegenden Bahnen giebt, oder womit man die ſchadhaften auf der Liverpool-Bahn auswechſelt.

Man hat auch direkte Verſuche über den ſtatiſchen Widerſtand der Schienen angeſtellt. Wir theilen hier einige von den Reſultaten dieſer Verſuche mit. Wood erhielt folgende:

Es wurden gußeiſerne Schienen (Fig. 7 und 30) die ohngefähr $14^3/_4$ Pfd. der laufende Fuß wogen, wie gewöhnlich in Schienenſtühlen befeſtigt, welche auf $3^3/_3$ Fuß von einander entfernte hölzerne Lager gelegt wurden. Bei 12 Verſuchen trug die Schiene in der Mitte

höchſtens 14,940 Pfd. u. 20,702 Pfd.,
nachdem die Maſſe mit altem
Gußeiſen gemiſcht war.

Mindeſtens 11,311 Pfd. u. 14,727 Pfd.,
eben ſo. Im Durchſchnitt 12,806 Pfd. u. 17,074 Pfd.,
eben ſo.

Ferner legte man eine gewalzte Schiene, von $14^1/_2$ Fuß Länge und von durchgängig gleichem Querſchnitt (Fig. 20), auf 6 Schienenſtühle, die alſo einer von dem andern 2 Fuß $10^4/_8$ Zoll entfernt waren und befeſtigte ſie, erſt auf allen

Stühlen, und dann blos auf den beiden Stühlen in der Mitte. Man belud sie mit zunehmenden Gewichten, die jedesmal wieder weggenommen wurden. Die Einbiegungen, welche die Gewichte hervorbrachten, waren theils bleibend, theils nicht bleibend. Die Tiefe dieser Einbiegungen wurde unterhalb in den mittlern Fachen gemessen, wo die Gewichte aufgelegt waren. Die Schiene wog $12^3/_4$ Pfd. der laufende Fuß. Es ergab sich Folgendes:

Gewicht in der Mitte.	Die Schiene war auf allen Stühlen befestigt.		Die Schiene war nur an beiden Stühlen in der Mitte befestigt.	
	Größte Einsenkung.	Bleibende Einsenkung.	Größte Einsenkung.	Bleibende Einsenkung.
Pfunde.	Linien.	Linien.	Linien.	Linien.
1814	0,09	0	0,09	0
3628	0,14	0	0,18	0
7256	0,27	0	0,41	0
9071	0,37	0	0,55	0
10,885	0,46	0	0,47	0,046
12,592	0,55	0,046	0,78	0,092
18,141	0,78	0,092	0,33	0,9,17

Herr v. Dechen (Karstens Archiv f. Miner. ꝛc. VI. Seite 370 ꝛc.) untersuchte die Tragkraft von neun verschieden konstruirten, von Coaks-Roheisen von Königshütte in Oberschlesien, aus dem Kupolofen gegossenen, Schienen. Die Vorrichtung welche zu dem Zerbrechen der Schienen benutzt wurde (und die nebst den verschiedenen untersuchten Schienen, auf Taf. XV. des gedachten Theils von dem Archiv abgebildet worden ist), besteht in einer einfachen ungleichförmigen Waage, deren Arme sich 1 : 27 verhalten. Die Schienen wurden verkehrt, mit der breiten Seite nach unten gekehrt, in gußeisernen, zu diesem Zweck besonders vorgerichteten Lager gelegt, welche zwischen zwei mit den

Rändern der Waage verbundenen Platten hin und her geschoben und genau auf die erforderlichen Längen gestellt werden konnten. Ein schmiedeeiserner Bügel von $^1/_2$ Zoll Breite, welcher durch zwei Stangen mit dem kurzen Arme verbunden war, wirkte unmittelbar auf die Schienen. Der lange Arm der Waage hatte eine Schaale, auf welcher die Gewichte gesetzt wurden. [1])

Die Resultate der Versuche sind folgende:

Die Schienen Nro. 1 ganz gerade, 3′ lang, 2,43″ hoch, 18,73 Pfund wiegend, wurden bei 8 verschiedenen Versuchen zerbrochen mittelst eines Durchschnittsgewichts von . . . . . 3777 Pfd.

Die Schienen Nro. 2, nach zwei in der Mitte zusammenstoßenden Parabeln konstruirt, 3′ lang, in der Mitte 3″ hoch, am untern Rande mit einer Verstärkung versehen, pro Stück 18,35 Pfd. wiegend, zerbrachen bei 6 Versuchen im Durchschnitt mit . . . . . 5095 Pfd.

Die Schienen Nro. 3, nach zwei in der Mitte zusammenstoßenden Parabeln konstruirt, 3′ lang, in der Mitte $3^1/_2$″ hoch, die aufrecht stehende Rippe ganz einfach, unten $^3/_8$″, oben $^5/_8$″ stark, pro Stück 18,18 Pfd. wiegend, zerbrachen bei 6 Versuchen durch . . . . . 6363 Pfd.

Die Schienen Nro. 4, die aufrecht stehende Rippe durchbrochen, die untere Leiste nach zwei in der Mitte zusammenstoßenden Parabeln konstruirt, 6′ lang, in der Mitte 6 Zoll hoch; die Oeffnung im Lichten $5^1/_4$″ weit, wiegen pro Stück 37,22 Pfd., mithin bei einer Länge von 3′, 18,61 Pfd., wurden bei 4 Versuchen zerbrochen durch . . . . . 4606 Pfd.

---

[1]) Alle diese Angaben beziehen sich, wenn nichts anders dabei bemerkt worden, auf Rheinl. Maaß und Kölnisch Gewicht.

Die Schienen Nro. 5, nach einer Ellipse konstruirt, 3′ lang, in der Mitte 3, 3″ hoch, die aufrecht stehende Rippe voll und ganz einfach, wiegen pro Stück 19,06 Pfd. und wurden bei 12 Versuchen zerbrochen durch . . . . . 6516 Pfd.

Die Schienen Nro. 6, nach einer Ellipse konstruirt, die aufrecht stehende Rippe durchbrochen; 3′ lang, in der Mitte 5″ hoch, die Oeffnungen im Lichten 4″ weit, wiegen pro Stück 19,85 Pfd. zerbrachen bei 12 Versuchen durch . . . . . 10071 Pfd.

Schienen nach demselben Modell, jedoch die aufrecht stehende Rippe ganz voll gegossen, pro Stück 26,66 Pfd. wiegend, zerbrachen bei 5 Versuchen durch . . . . . 12688 Pfd.

Die Schienen Nro. 7, nach einer Ellipse konstruirt, die Rippe voll, 3 Fuß lang, in der Mitte $3^1/_2$ Zoll hoch, wiegen pro Stück 21,33 Pfd., und zerbrachen bei 6 Versuchen durch . 7470 Pfd.

Die Schienen Nro. 8, nach einer Ellipse konstruirt, 4′ lang, die aufrecht stehende Rippe durchbrochen in der Mitte 6, 7″, an den Enden $2^1/_2$″ hoch; die Oeffnung im Lichten 5″ weit; wiegen pro Stück 31,04 Pfd. (also bei 3′ Länge 23,38 Pfund), wurden bei 6 Versuchen zerbrochen durch . . . . . 10309 Pfd.

Nach Herrn v. Gerstner (Handbuch der Mechanik, I, Seite 349 ꝛc.) zerbrachen Schienen von etwa 11 Linien Höhe und 22 Linien Breite, unmittelbar aus dem Hochofen gegossen,

von Derowa in Böhmen durch 5413 bis 5636 Pfd.;
von Karlshütte . . . 4837 = 6174 = ;
von Joachimsthal . . . 4034 = 6139 = .

Eine andere Reihe von interessanten Versuchen über die Tragkraft gewalzter Schienen, hat neuerlich Herr Baon auf der Elberfelder Probe-Eisenbahn angestellt und

in den „Verhandlungen des Berliner Gewerbe-Vereins“, dritte Lieferung für 1835, Seite 121 ꝛc. beſchrieben. Dieſe Verſuche ſind in doppelter Art ausgeführt. Zuerſt iſt die Tragkraft auf der Bahn ſelbſt unterſucht, wobei die Schienen alſo in der Lage waren, worin ſie beim Gebrauch die Laſten zu tragen haben. Dieſe Verſuche bieten außer den gewöhnlichen Schwierigkeiten, welche die genaue Beſtimmung von ſo geringen Durchbiegungen bei ſehr bedeutenden Belaſtungen mit ſich führen, noch beſondere dar, die nicht viel geringer ſind und welche ſolche Verſuche bisher verhindert haben mögen. Als Gegenverſuch iſt dann ferner noch die Tragkraft der Schienen, auf die gewöhnliche Weiſe, einer genauen Prüfung unterworfen. Die Durchbiegungen der Schienen ſind durch Neigungswinkel gemeſſen. Das Princip dieſer Meſſungsweiſe beſteht darin, daß die Durchbiegung der Schiene einer, um eine feſte Axe beweglichen Ebene diejenige Neigung mittheilt, deren Sinus der Durchbiegung proportional iſt. Die Neigungen wurden durch ein eigenthümliches Nivellirinſtrument gemeſſen, welches die Winkel auf 12 Sekunden zuverläßig genau angiebt und woraus die Durchbiegungen ſelbſt mit großer Genauigkeit berechnet werden können.

Die auf der Elberfelder Probebahn angewendeten Schienen ſind gewalzt und wurden von Newcaſtle am Tyne in England bezogen, ſie waren theils bauchig (fisch bellied), theils parallel (parallel rails). Jede Schiene iſt durchſchnittlich 15 engl. Fuß lang; doch kommen Ungleichheiten von 4 bis 6 Zoll Länge vor. Die Enden ſind glatt abgeſchnitten, dann die Schienen mit ſeitwärts übergreifenden Enden — Fig. 9, 30 ꝛc. — (half lap joints) werden in England jetzt ſelten angewendet und ſind theurer. Die ausgebauchten Schienen hatten eine Kopfbreite von 24 Rheinl. Linien, eine Kopfdicke von 10 Linien, die größte Tiefe betrug 42,8, die kleinſte von 34 Linien, die Dicke des Mittelſtücks betrug 6, 6, die Dicke der Rippe 9,8 Linien, die Länge einer Schienenabtheilung 34,98 Zoll, das Gewicht derſelben 31,7 kölniſche

Pfunde. Die parallelen Schienen hatten eine Kopfbreite von 24 und eine Kopfdicke von 10 Linien, eine Tiefe von 44,8 Linien, das Mittelstück war 7,2 und die Rippe 12,2 Linien stark, die Länge einer Schienen-Abtheilung betrug 35,84 Zoll und ihr Gewicht 35,3 Pfund.

Die Belastung der Schienen geschah durch die Wagen selbst. Die Wagen wurden mit 8000 Pfd. Steinen beladen, die möglichst gleichförmig in den Kasten vertheilt wurden. Da die Wagen sehr regelmäßig und nach allen Seiten symmetrisch gebaut sind, so kann man annehmen, daß jedes Rad die Schiene mit $^1/_4$ des Gesammtgewichts belastet habe. Daß die Schienenflächen nicht genau parallel sind, übt nur einen geringen Einfluß aus, indem die Wagenkasten und Gestelle leicht soviel nachgeben, um diese Unregelmäßigkeiten auszugleichen. Jedes Rad übte einen Druck von 2510 Pfunden aus. Da aber die Radmittelpunkte 42 Zoll von einander abstehen, so kann jede Schienen-Abtheilung nur mit einem Rade belastet werden. Es wurde bei den Schienen die erste und dritte oder mittlere Abtheilung in ihrer Tragkraft untersucht. Das Hauptresultat dieser Versuche ist Folgendes:

	Länge, Zolle.	Depression, im Winkel; Minuten.	Depression, in der Linie; Linien.	Depression 1000 Pfd. Last für das Rad. in d. Ruhe; Linien	Depression 1000 Pfd. Last für das Rad. in d. Bewegung; Linien
Gebauchte Schienen	30,95	15,85	0,470	0,189	0,216
Parallele Schienen	30,70	15,38	0,456	0,187	0,217

Herr Egen zieht aus diesen Betrachtungen die folgenden Hauptergebnisse:

1) Auf der Bahn drücken sich auch die Stühle und Steine um eine sehr merkliche Größe nieder; diese Senkung verschwindet aber vollständig nach Aufhebung des Drucks.
2) Bei den gebauchten Schienen drücket sich die Mitte der ersten Abtheilung stärker nieder, als die Mitte der dritten Abtheilung, bei den parallelen findet das Umgekehrte statt.

3) Die Durchbiegungen betragen durchschnittlich 16 % mehr für den sich bewegenden, als für den ruhenden Wagen.

4) Die beiden Arten von Schienen scheinen auf der Bahn durchaus gleiche Stärke zu haben, welche Ansicht auch in England die gangbare ist. Da nun für gleiche Länge das Gewicht der Parallelschienen 11, 1 % mehr als das der gebauchten Schienen beträgt; da beide Arten von Schienen sich gleich gut auswalzen lassen; da ferner die gebauchten Schienen besser in den Stühlen befestigt werden können, als die Parallelschienen, so scheint der Vorzug der gebauchten entschieden. Die Parallelschienen haben allerdings den Vorzug, daß, sollten sie in einem Theil der Bahn für zu schwach befunden werden, man sie dadurch beträchtlich verstärken kann, daß man ihnen 6 statt 5 Unterstützungspunkte giebt, wodurch also eine kostbare Auswechselung solcher zu schwacher Schienen unnöthig würde.

Um nun noch die Tragkraft der Schienen möglichst genau und rein von allen fremden Einflüssen zu bestimmen, ließ Herr Egen eine gebauchte und eine parallele Schiene, die beide keine sichtbaren Mängel hatten, von der Bahn wegnehmen, auf einen eichenen Balken Stühle nageln, und in diese die Schienen genau so befestigen, wie dies auf der Bahn selbst geschieht. Von jeder Schiene wurde die Tragkraft jeder der fünf Abtheilungen untersucht. Es wurde nemlich auf die Mitte der zu untersuchenden Schienen-Abtheilungen ein eisernes, dreiseitiges $1\frac{1}{2}$ Zoll langes Prisma gelegt, auf welches der mittlere Kraftpunkt eines starken Hebels drückte. Der Hebel griff hinten unter die Schneide eines festen Prismas, und vorn hing an ihm ein Wagebalken, der die genau abgeglichenen Gewichte aufnahm. Wir theilen wiederum die mittlern Resultate einer ganzen Reihe von Versuchen mit. Die mittlere Durchbiegung betrug bei folgenden Belastungen:

	Bei gebauchten,	bei Parallel-Schienen:
von 2000 Pfund	0,0671 Lin.	0,0574 Lin.
„ 5000 „	0,0681 „	0,0571 „
„ 8000 „	0,0711 „	0,0532 „
„ 10000 „	0,0713 „	0,0522 „
„ 12000 „	0,0726 „	0,0535 „
„ 14000 „	0,0704 „	0,0557 „
Bleibende Biegung nach dem Maximum der Belastung	0,060 „	0,079 „

Herr Egen ist durch die Versuche zu folgenden Bemerkungen geführt:

1) Die Parallelschienen erscheinen in dem Verhältniß von 4:5 stärker als die gebauchten. Das Gewichtsverhältniß ist = 12:13. Die Parallelschienen erscheinen also hier in einem größern Verhältniß stärker, als sie gegen die gebauchten Schienen schwerer sind. Die Ursache liegt in der Gestalt des Querschnitts der beiden Schienen-Abtheilungen. Bei einer zweckmäßigen Anordnung desselben werden die gebauchten Schienen ihren Vorzug auch hier behaupten.

2) Die bleibenden Durchbiegungen der Schienen sind geringer bei den gebauchten Schienen, selbst wenn man auch die stärkere Belastung derselben in Betracht zieht. Dieser Umstand ist für die Anwendung sehr wichtig.

3) Bei welcher Belastung die bleibenden Durchbiegungen ihren Anfang nehmen, ist schwer, oder vielmehr gar nicht zu entscheiden. Die Grenze wird um so enger, je schärfer die Beobachtungsmethoden sind, und man kann immer nur davon sprechen, wo die merklich bleibenden Durchbiegungen aufhören. Wenn aber auch bei einer einzelnen Belastung die bleibende Durchbiegung unmerklich bleibt, so kann sie leicht bei oft wiederholten, oder lange andaurenden Belastungen, merklich hervortreten.

4) Die untersuchten Schienen sind unstreitig stark genug, um häufig wiederholte Belastungen von 3000 Pfunden für

ein Rad und einzelne Belaſtungen von 8000 Pfd. und mehr für ein Rad zu tragen. Sie werden alſo für Eiſenbahnen mit Pferdeförderung in allen Fällen eine hinlängliche Tragkraft haben. Wenn aber Dampfwagen vor 8 bis 9 Tonnen Gewicht auf den Schienen laufen ſollen, ſo dürften ſie etwas zu ſchwach ſeyn, wie auch die der Liverpool- und Mancheſter-Eiſenbahn von 35 Pfd. Gewicht das Yard bewieſen haben.

5) Bei den gebauchten Schienen ſind die mittleren Abtheilungen entſchieden ſtärker, als die äußern, und der Unterſchied iſt ziemlich bedeutend. Bei den Parallelſchienen tritt ein ſolcher Unterſchied gar nicht hervor.

Endlich theilen wir auch hier noch die Reſultate mehrerer Verſuche über die Tragkraft verſchiedener Arten gewalzter Schienen mit, welche in England angeſtellt worden ſind [1]).

Die Länge zwiſchen den Mittelpunkten der Stühle betrug 3 Fuß; die Belaſtung geſchah in der Mitte.

a) Best common oder Cinder Iron. Gewicht der Schienen 42 Pfund.

3 Tonnen 18 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 4/20 Zoll, eine bleibende Biegung v. 0 Zoll
5 Tonnen 14 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 7/20 „ „ „ „ „ 0 „
7 Tonnen 6¼ Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 8/20 „ „ „ „ „ 1/20 „
10 Tonnen 18 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 7/20 „ „ „ „ „ 3/20 „
11 Tonnen 19 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 9/20 „ „ „ „ „ 5/20 „

b) Ein Gemiſch von 3/5 best common und 2/5 second best mine Iron. Gewicht der Schienen 40½ Pfd. das Yard.

4 Tonnen ¾ Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 4/20 Zoll, eine bleibende Biegung v. 0 Zoll
7 Tonnen 2¾ Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 8/20 „ „ „ „ „ 4/20 „
9 Tonnen 17 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung v. 10/20 „ „ „ „ „ 6/20 „

---

1) Egen „Mittheilungen vermiſchten Inhalts über die engliſchen Eiſenbahnen,“ in den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins, 1834, 6te Lieferung Seite 292 ꝛc.

c) Best mine Iron. Gewicht der Schienen 41 Pfund das Yard.

4 Tonnen $6^3/_4$ Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung von $^1/_{20}$ Zoll, eine bleibende Biegung v. 0 Zoll
7 Tonnen $9^3/_4$ Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung von $^5/_{20}$ „ „ „ „ „ $^2/_{20}$ „
9 Tonnen 8 Ztr.
verursacht. eine Durchbiegung v. $^{11}/_{20}$ „ „ „ „ „ $^8/_{20}$ „

Man ersieht aus diesen Versuchen, daß das beste Eisen zugleich auch das biegsamste ist.

Als allgemeine Folgerung können wir hier noch bemerken, daß es zweckmäßig ist die Schienen so schwer als thunlich zu nehmen, bei großen Bahnen das Yard zu 50 Pfd., auch muß auf die Bereitung des dazu angewendeten Eisens große Sorgfalt verwendet werden.

Die Prüfung der Tragkraft der Schienen, ehe sie gelegt werden, ist ein sehr wichtiger Punkt, besonders bei großen Eisenbahn-Anlagen. Die Schienen zu den Eisenbahnen von Roanne und Lyon wurden $7^3/_4$ Zoll frei gelegt und man ließ ein Gewicht von 4270 Pfunden 27 Zoll hoch darauf herabfallen. Durch diese Proben werden die Schienen zuweilen ziemlich stark, um $2^1/_3$ bis $2^1/_2$ Zoll, gebogen und es hält dann schwer, sie wieder gerade zu richten, ohne sie vorher ins Feuer zu bringen.

Vergleichung der gewalzten Schienen von verschiedener Gestalt.

Man giebt den gewalzten Schienen besonders zweierlei verschiedene Formen. Man macht sie, wie schon bemerkt, erstlich entweder durchgängig von gleichem Querschnitt, oder parallel, oder zweitens in der Mitte höher, als an den Enden und daher unten gebogen oder bauchig.

Ueber den unbedingten Vorzug der einen vor der andern ist man noch nicht ganz einig, obwohl die so eben mitge-

theilten Resultate der Versuche des Hrn. Egen für die bauchigen sprechen. Jedoch ergeben seine und auch Hrn. Wood's vergleichende Versuche zu geringe Unterschiede des Widerstands, um hierauf mit Sicherheit den Vorzug der bauchigen allein begründen zu können. Man rühmte sie besonders deshalb, weil sie bei weniger Masse einen stärkern Widerstand zu leisten vermögten, allein die bauchige Gestalt des untern Theils der Schienen, hat manche Unvollkommenheiten:

1) Lassen sie sich, ohne die Theile des Metalls zu verschieben und die Kohäsion desselben zu vermindern, schwieriger auswalzen als die parallelen Schienen.

2) Ist eine viel größere Genauigkeit beim Setzen der Steine und der Schienenstühle nöthig, weil die Schienen mit ihrem dünnsten Theile aufliegen müssen. Bei den parallelen Schienen dagegen können die Tragsteine leichter und genau gesetzt werden und es kann ihnen nach Erforderniß der Wirkung des Fuhrwerks auf die Schienen und der Beschaffenheit des Bodens mehr eine beliebige Entfernung von einander gegeben werden.

3) Läßt sich eine solche Schiene, wenn sie nachgiebt, oder wenn es das Terrain erfordert, nicht gut in den Zwischenräumen unterstützen, welches bei den parallelen überall mit gleicher Leichtigkeit geschehen kann.

4) Endlich hindert die größere Höhe der Schienen, in der Mitte, also gerade da, wo zwischen den Unterstützungspunkten die bei Schienenstraßen so sehr nothwendige Ableitung des Wassers angeordnet werden, dieselbe um so mehr, welches bei den Parallelschienen bei weitem weniger der Fall ist.

Der Preisunterschied zwischen den beiden Schienenarten ist gering und beträgt für die parallelen ungefähr 1—2 % weniger, als für die gebauchten, welches aber nur von dem Patent auf die letztern herrührt, indem dieselben mit eben der Leichtigkeit ausgewalzt werden, wie die parallelen.

Die folgende Tabelle enthält die Maaße und das Gewicht von den Schienen auf einigen Straßen, nebst Hinweisung auf ihre in den Abbildungen dargestellte Gestalt.

Namen der Eisenbahnen.	Entfernung der Stützpunkte von einander	Höhe der Schienen	Breite der Schienen. Größte Breite	Breite der Schienen. Kleinste Breite	Länge einer Schiene		Gewicht eines laufenden Fußes Schienen	Gewicht der Last- od. Dampf-Wagen
	Zoll.	Linien.	Linien.	Linien.	Fuß.	Zoll.	Pfund.	Loth.	Zentner.
1) Parallele gewalzte Schienen.									
Bei Lyon	$28\frac{2}{3}-34\frac{4}{5}$	$34\frac{2}{5}$	$21\frac{1}{10}$	$6\frac{2}{5}$	14	$6\frac{3}{4}$	8	27	136
" Reanne (Fig. 19 c und d)	$27\frac{1}{7}-31\frac{1}{3}$	$34\frac{2}{5}$	$21\frac{1}{10}$	$6\frac{2}{5}$	15	$11\frac{1}{6}$	8	27	136
" Epinac (Fig. 14)	$38\frac{1}{4}$	$36\frac{7}{10}$	$19\frac{3}{4}$	$5\frac{1}{2}$	15	$11\frac{1}{6}$	7	12	70
" Denain (Fig. 15)	—	$36\frac{7}{10}$	22	6	—	—	8	27	90
" Elberfeld (Probebahn)	$35\frac{4}{5}$	$44\frac{4}{5}$	24	10	15	—	11	—	—
" Brüssel (Fig. 33)	36	40	30	9	15	—	11	21	—
" Nürnberg (Fig. 1f)	$29\frac{1}{2}$	42	23	6	15	—	7	10	—
" St. Helens-Runcorn (Fig. 20)	$34\frac{4}{5}$	$42\frac{1}{5}$	$25\frac{1}{4}$	$8\frac{3}{5}$	14	$6\frac{1}{3}$	13	2	155
" Leeds und Selby (Fig. 16)	$34\frac{4}{5}$	$45\frac{6}{9}$	$26\frac{2}{3}$	6	14	$6\frac{1}{3}$	14	19	—
" Sunderland (Fig. 31 b)	—	$44\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	6	14	$6\frac{1}{3}$	9	23	78
" Redruth	$34\frac{4}{5}$	$36\frac{7}{10}$	$13\frac{3}{4}$	$7\frac{1}{3}$	—	—	8	16	39
" Wrexham	44	$36\frac{7}{10}$	$18\frac{1}{3}$	$9\frac{1}{6}$	14	$7\frac{1}{6}$	9	12	48
" Clarence und Durham (Fig. 22)	—	34	25	$5\frac{1}{2}$	15	—	13	10	—
" Philadelphia und Columbia	—	42	27	10	—	—	13	13	—
2) Bauchige gewalzte Schienen.									
Bei Darlington	$34\frac{4}{5}$	$25\frac{7}{10}-39$	$25\frac{1}{4}$	$6\frac{2}{5}$	14	$6\frac{2}{3}$	9	12	155
" Liverpool (Fig. 17. 18. 26. 27)	$34\frac{4}{5}$	$27\frac{1}{2}-45\frac{6}{9}$	$25\frac{1}{4}$	$6\frac{6}{9}$	14	$6\frac{2}{3}$	11	12	223
" Manchester und Bolton (Fig. 25)	—	$34-44$	27	7	15	—	16	21	—
" Wigan-Steinkohlen Bergwerke (F. 21)	—	29	25	$5\frac{1}{2}$	—	—	10	10	—
" Newcastle und Carlile (Fig. 24)	—	50	27	6	—	—	14	—	—
" Cambden u. South Amboy in den Vereinigten Staaten (Fig. 23)	—	38	24	6	—	—	13	10	—
" Festiniog (Fig. 29)	—	25	$18\frac{1}{2}$	3	—	—	5	10	—
3) Gußeiserne Schienen.									
Bei Andrézieux	$43\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{9}-64\frac{2}{9}$	23	$9\frac{1}{6}$	3	$9\frac{7}{8}$	14	16	74
" Darlington und Hetton (Fig. 30)	44	$36\frac{7}{10}-66\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{4}$	6	3	$9\frac{7}{8}$	14	24	155
" Newcastle	44	—	$18\frac{1}{3}$	—	3	$10\frac{2}{8}$	13	30	78
" Middleton unfern Leeds	35	$41\frac{5}{10}-55$	$23\frac{3}{5}$	$8\frac{5}{4}$	2	11	13	8	107

Unterſtützung der Schienen.

Die Schienen müſſen nothwendig ſo befeſtigt werden, daß ſie immer in der nemlichen Höhe, immer parallel und immer bündig in den Stößen verbleiben, welches alles um ſo ſchwieriger zu erlangen, je ſchwerer das Fuhrwerk iſt und je geſchwinder es ſich bewegt.

Die Erhaltung der Höhe hängt vom Widerſtande des Bodens ab, der ſelten ſtark genug und noch ſeltner gleichförmig iſt; ſie hängt alſo größtentheils von der Grundfläche und dem Gewicht der Tragſteine ab. Anfänglich nahm man dazu Steine von 1 Fuß Länge und Breite und 8 Zoll Höhe; allmählig ſtiegen die Maaße bis auf beinahe 2 Fuß Länge und Breite und 1 Fuß Höhe, alſo bis auf das Sechsfache der Maſſe und neuerlich hat man gefunden, daß für große Geſchwindigkeiten des Fuhrwerks noch ſchwerere Steine erforderlich ſind. — Steine mit großer Grundfläche widerſtehen gut, weil ſie den Druck auf eine große Grundfläche vertheilen, und Steine von großem Gewicht durch die Trägheit ihrer Maſſe. Wenn das Fuhrwerk über den Stein hinrollt, ſo ſtrebt es, denſelben einzudrücken und der Erfolg der augenblicklichen Wirkung iſt um ſo geringer, je mehr Maſſe der Stein hat.

Es iſt zu der Unterſtützung der Schienen jede Steinart tauglich, ſobald ſie nur dem Froſt und der Ausdehnung der hölzernen Pflöcke widerſteht, die zur Befeſtigung der Schienenſtühle in die in den Stein gebohrten Löcher getrieben werden müſſen. Jedoch iſt ein großes ſpecifiſches Gewicht der Steinart vortheilhaft. Die Seiten der Steine werden nur ſehr aus dem Groben behauen, die obere Seite, welche dem Schienenſtuhle zum Lager dienen ſoll, etwas genauer. Wo, wie z. B. im nördlichen Deutſchland, viel große Geſchiebe, beſonders von Granit, Grünſtein und andern körnigen Geſteinen vorkommen, würden auf der oberen Seite behauene oder mit eiſernen Keilen geſpaltene Stücke dieſer Geſchiebe, die flache Seite nach unten gelegt und blos die obere etwas behauen, ſehr tauglich zu Tragſteinen ſeyn.

Wenn man, wie es gewöhnlich der Fall ist, die Stützpunkte der Schienen 3 Fuß von einander legt und die Tragsteine $1\frac{3}{4}$ Fuß breit nimmt, wie z. B. zu Nürnberg, so bleiben nur noch $\frac{1}{2}$ der Länge übrig, in welcher die Schienen auf der bloßen Erde liegen. Man hat daher vorgeschlagen, die Schienen durchweg mit Mauerwerk zu unterstützen; allein diese Methode einiger Architekten wird von andern verworfen, welche eine fortlaufende Unterstützung für nachtheilig halten, indem ein zu starrer Widerstand die stärkere und schnellere Zerstörung der Schienen, so wie der Last- und Dampfwagen zur Folge habe. Dieß scheint auch die Erfahrung bei der Lyoner Eisenbahn, durch Vergleichung der Stellen, wo die Schienen auf Kies und Felsenboden und wo sie auf aufgeschütteten Dämmen liegen, zu bestätigen. Eine gewisse Elasticität, wie sie durch vereinzelte Unterstützungspunkte erlangt wird, scheint also den Schienenbahnen vortheilhaft zu seyn, welches auch mit den auf den gewöhnlichen Chausseen gemachten Erfahrungen übereinstimmt. Der bekannte Mac Adam hat die Beobachtung gemacht, daß die Abnutzung einer Chaussee in Sommersetshire an den Stellen, wo sie auf Felsen liegt, in dem Verhältniß von 7 : 5 stärker als da war, wo sie über einen Morast führte. Bekanntlich läßt sich auch ein Stein leichter zermalmen, wenn man ihn auf einen andern harten Stein, als wenn man ihn auf weiche Erde legt. — Die allgemeine Einrichtung der mit Tragsteinen unterstützten Schienen geht aus den Fig. 9, 10, 11, 17, 18, 19, 30, 34 bis 39 u. 41 hervor.

Statt der Tragsteine wendet man zur Unterstützung der Schienen auch hölzerne Schwellen oder Lager, die meistens quer unter beide Schienenreihen hindurch reichen und deren allgemeine Anordnung man aus Fig. 37 bis 39 ersieht, an. Solche Hölzer sind 6 bis $7\frac{3}{4}$ Zoll hoch und $8\frac{1}{2}$ bis $11\frac{1}{2}$ Zoll breit; man nimmt aber auch getrenntes Holz dazu, die Schnittseite nach unten gelegt (Fig. 39 und 41).

Auch bei der Brüsseler Eisenbahn sind Querschwellen angewendet, die aus Tannenholz bestehen, dessen Dauer man

zu 10 Jahren annimmt. Sie bestehen aus gespaltenem Holz, wie die Fig. 41 zeigt und sind gewöhnlich 2 Fuß stark. Die Bearbeitung derselben ist sehr roh und nur da auf der obern runden Seite, wo die Schienenstühle befestigt worden, sind Stellen flach gearbeitet. Diese Schwellen sind natürlich weit einfacher und wohlfeiler als die Tragsteine. Zuweilen legt man diese Lagen auf andere, die mit den Schienen parallel laufen, oder auch blos auf Bohlen, welches eine sehr breite und den Druck sehr vertheilende Unterlage giebt. Jedoch widerstehen die hölzernen Lager viel weniger als die Steine; die größern Steine wiegen wohl den vierten Theil des Drucks von einem Lastwagenrade, die hölzernen kaum den dreißigsten Theil. Auch bemerkt man eine weit stärkere Bewegung der Schienen, wenn sie auf Holz, als wenn sie auf Steinen liegen. Da wo das Terrain sehr trocken ist, wie z. B. auf Anschüttungen, die noch einige Senkung befürchten lassen, sind die Querschwellen sehr zweckmäßig und auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn hat man auch ein solches System befolgt.

Um die Schienen beider Reihen unter einander zu verbinden, hat man auch gußeiserne Querstücke angewendet, die in der Mitte eingebogen waren, während die Enden derselben Klauen zur Aufnahme und Befestigung der Schienen hatten, welches also die Schienenstühle ersparte. Jedoch ist man wieder davon abgegangen, wahrscheinlich weil diese Querstücke leicht zerbrachen und sehr theuer waren.

Herr Crelle macht den Vorschlag, die Schienen in aufgeschüttetem Boden durch Pfähle zu unterstützen, die 5 bis 6 Fuß lang, 6 — 8″ stark mit quer durchgehenden Holmen bedeckt seyn, und eine sehr feste Unterlage gewähren würde. Braucht man das Holz nicht zu schonen, so können die Schienen unmittelbar auf den Holmen befestigt werden. Muß man aber das Holz möglichst gegen das Verfaulen schützen, so müßte man die Holme einige Fuß unter die Erdoberfläche versenken, und dann die Schienen von aufgesetzten Stühlen tragen lassen.

Schienenſtühle (Chairs, Chaises, Coussinets).

Die Stellung der Schienenſtühle auf den Tragſteinen iſt nicht willkührlich, denn jene pflanzen den augenblicklichen Druck der Fuhrwerke auf die Schienen, auf den Stein fort und dieſem widerſteht der Boden. Der Theorie nach müßte daher, damit keine Verſchiebung erfolgen kann, die Richtung der mittlern von den widerſtehenden Kräften in die Richtung der mittlern der drückenden fallen; alſo muß der Mittelpunkt des Schienenſtuhls mit dem Schwerpunkte des Steins und der Grundfläche deſſelben in einer und derſelben Vertikale liegen, woraus folgt, daß die Steine eine beſtimmte Geſtalt haben, ſo wie daß die obere und die untere Fläche des Steins parallel ſeyn müßten. Wollte man nun dieſe, von ihrer Hypotheſe ab, allerdings ſehr richtige, mathematiſche Theorie genau befolgen, wollte man etwa Granitblöcke genau behauen laſſen, ſo würde man wohl viele Koſten unnöthig aufwenden. Ein recht großer Stein, bei dem die Schwerpunkte auch nicht ſo genau die beſtimmte Lage haben, wird unbehauen immer noch beſſer widerſtehen, als ein kleiner behauener. Und dieß erklärt ſich daraus, daß zwar wie ſchon bemerkt, die obige Theorie richtig iſt, nicht aber die Hypotheſe, von welcher ſie ausgeht, denn die Laſt drückt nicht blos immer vertikal, ſondern kann auch vielfältig, durch Stöße an die Fugen der Schienen, durch Andrängen der letztern ꝛc., ſchräg drücken, ſo daß ſich die Lage der Schwerpunkte nicht für alle Fälle beſtimmen läßt.

Nachdem die Stellung des Schienenſtuhls auf dem Steine beſtimmt iſt, wird der Stuhl durch zwei eiſerne oder hölzerne Dübel befeſtigt. Beſtehen die Dübel aus Eiſen, ſo treibt man erſt in die in den Stein gebohrten cylindriſchen Löcher hölzerne Pflöcke und dann in dieſe die ſtarken eiſernen Dübel, deren Köpfe den Stuhl feſthalten. Iſt das Holz zu den Pflöcken oder Dübeln ſehr trocken, oder befindet ſich das Loch zu nahe am Rande des Steins, ſo kann derſelbe geſprengt werden. Dieſe Löcher ſind zu Epinac $3^3/_4$ Zoll

tief und gegen 1 Zoll weit, zu Liverpool $6^5/_6$ Zoll tief und $1^1/_2$ Zoll weit, zu Nürnberg $5^1/_4$ Zoll tief und 1 Zoll weit (Fig. 11).

Zuweilen legt man zwiſchen die Steine und die Schienenſtühle eine preßbare Maſſe, wie z. B. auf der Bahn zwiſchen Selby und Leeds und zwiſchen Nürnberg und Fürth (Fig. 11—13) getheerten Filz; auf der von Roanne, auf einige Tauſend Meter Länge, dünne hölzerne Späne. Der Zweck einer ſolchen Filz- oder Spahnlage iſt der, die Starrheit des Ganzen noch mehr zu vermindern, und durch die vollſtändigere Berührung die Stühle mehr gegen das Zerbrechen zu ſchützen, wenn ſie auf dem etwa nicht ganz glatten Stein, nicht überall aufliegen.

Die Löcher in den Stühlen haben gewöhnlich ein wenig vorſtehende Ränder, um den Schlägen des Hammers beſſer zu widerſtehen.

Die Befeſtigung der Stühle auf hölzerne Schwellen geſchieht mittelſt ſtarker eiſerner Nägel, wie z. B. auf der Brüſſeler Bahn (Fig. 40, 41).

Die Stühle ſind hier ſehr einfach. Ihre Grundfläche iſt 8 Zoll lang (a b) und 4 Zoll breit; die Höhe des Stuhls beträgt 5 Zoll. Der Einſchnitt F e k l zur Aufnahme der Schienen hat bei m m noch zwei Vertiefungen, die mit den rinnenförmigen Vertiefungen der Schienen c c (Fig. 33) korreſpondirt, in welche der Keil eingreift. Zwiſchen der Schiene und dem Einſchnitt in den Schienenſtühlen, bleibt ein Spielraum von $1—1^1/_2$ Linien für die Ausdehnung des Eiſens in der Wärme.

Die Keile, mit denen man die Schienen in den Stühlen befeſtigt, ſind von Holz, oder von Stab- oder von getemperten Gußeiſen. Die hölzernen Keile, die man zuweilen mit Theer tränkt, machen die Verbindung weniger ſtarr, halten aber auch die Schienen weniger feſt gegen die Stöße der Fuhrwerke. Eiſerne Keile gewähren zwar eine feſtere Haltung; aber es können auch beim Eintreiben derſelben, oder durch den Stoß der Wagen auf die zu ſtarre Maſſe, die

Wangen der Stühle leichter abgesprengt werden. Man hat die Keile an der innern, so wie an der äußern Seite der Bahn eingetrieben. Befinden sie sich an der äußern Seite, so wirken die Fuhrwerke, die immer die Schienen nach außen drängen, weniger heftig auf den Schienenstuhl; besonders wenn die Keile von Holz sind. Die hölzernen Keile sind aber auch deshalb zweckmäßiger an der äußern Seite, weil man sie dann mit Erde bedecken kann, unter welcher sie weniger trocken und lose werden. Ueberhaupt befindet sich wohl der Keil am besten an der äußern Seite, weil alsdann die Schiene den Rand der Räder um so weiter von dem Stuhle entfernt, der zuweilen von ihm erreicht wird.

Zu Liverpool hat man die Wangen der neuen Schienenstühle sehr viel stärker gemacht, und zwei Keile, von jeder Seite der Stühle einen, angebracht. Diese Keile sind von Eisen und haben einen kleinen Knaggen, wie die Klammerbolzen, um durch Hammerschläge besser wieder gelöst werden zu können (Fig. 17 und 18). Sehr bequem ist die so eben angegebene Einrichtung des Festkeilens der Schienen auf den Stühlen bei der Brüsseler Eisenbahn, vermittelst Ruthen in beiden, welche die 4 bis 5 Zoll langen Keile aufnehmen. Die frühere Einrichtung, Bolzen durch die Stühle und die Schienen zu stecken, hat man gänzlich aufgegeben.

Die Breite der Schienenstühle, in der Richtung der Schienen, beträgt $3\frac{1}{2}$—5 Zoll. Die Stühle an den Wechseln der Schienen, welche also die Enden von zweien tragen, sind zuweilen breiter als die übrigen und wie schon weiter oben bemerkt, unter den Stößen der Schienen etwas konver. Der Boden des Stuhls ist unter den Schienen etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll und außerhalb $\frac{3}{4}$ Zoll dick. Die Höhe der Wangen muß so seyn, daß die innere niemals von dem Rande der Räder berührt werden kann. Das Gewicht der Schienenstühle ist verschieden und beträgt $6\frac{1}{2}$—14 Pfund.

Der Zwischenraum zwischen den Stützpunkten richtet sich nach der Stärke der Schienen und dem Gewichte der Fuhrwerke. Man kann bis zu einer gewissen Grenze, ent-

weder die Stützpunkte einander nähern, oder die Schienen verstärken. So hat man bei Lyon und Roanne einige Strecken der Eisenbahn dadurch verstärkt, daß man auf die Länge einer Schiene einen Stützpunkt mehr anbrachte.

Viertes Kapitel.

Von der Auswahl einer Eisenbahnlinie, — dem Verfahren beim Bau der Eisenbahnen im Allgemeinen, — ihren Dimensionen, — den Vorrichtungen zum Ausweichen, — den Drehscheiben, — dem Uebergang der Wege über dieselben, — den Einschnitten in das Terrain, — den Aufschüttungen, — den Straßenstollen und Brücken.

Auswahl einer Eisenbahnlinie.

Es giebt wenige Gegenstände in der ganzen Civilbaukunst, die so genaue Kenntnisse und Erfahrungen und so ausgedehnte Uebersichten von dem Handel und Verkehr zwischen verschiedenen Punkten erfordern, als die Auswahl einer Linie für Eisenbahnen und Kanäle. Wiewohl beide Fälle manches Aehnliche haben, so müssen doch die besondern Eigenthümlichkeiten eines Jeden berücksichtigt werden.

Vor allen Dingen ist eine genaue Kenntniß der Oberflächenverhältnisse der Gegend, durch welche die Eisenbahn gehen soll erforderlich und eben so auch eine Kenntniß ihrer geologischen Verhältnisse, d. h. der Gebirgsgesteine, aus welcher sie besteht. Erzlagerstätten, Steinkohlen, Kalk, Mergel, Bausteine ꝛc. erlangen, wenn sie in der Nähe einer Eisenbahn vorkommen, einen großen Werth.

Auch das Interesse des Ackerbaues darf nicht außer Acht gelassen, und es müssen bei Anlage der Eisenbahn wo mög-

lich solche Anordnungen getroffen werden, um den Vortheil der Landbesitzer, durch deren Besitzungen die Eisenbahn geht, zu befördern. Denn auf der einen Seite hat die Anlage einer Eisenbahn viel Unbequemes und Nachtheiliges für den Landbesitzer, weshalb es nöthig ist, dies durch Aufmerksamkeit auf jeden Umstand, der den Werth der Grundstücke zu erhöhen vermag möglichst zu kompensiren.

Bei der Berücksichtigung des Interesses eines Fabrikdistrikts, muß hauptsächlich die Zeit, als wichtigstes Element, bei allen gewerblichen Zwecken in Betracht kommen, und daher hat der Ingenieur besonders darauf Bedacht zu nehmen, daß die Eisenbahnlinie den möglichst kürzesten Weg nehme; er muß den Umstand berücksichtigen, ob es vortheilhafter oder unvortheilhafter sey, theure Einschnitte und Aufschüttungen bei gerader Linie zu machen, als dieselben bei Umwegen zu vermeiden. Er muß stets die wirklichen den scheinbaren Ersparungen vorziehen.

Um die Wahl einer Eisenbahnlinie zu erleichtern, insofern dies die Oberfläche einer Gegend betrifft, muß der Ingenieur wohl berücksichtigen, daß die Natur bei der Bildung der Berge, Hügel und Thäler sehr systematisch zu Werke gegangen ist, obgleich dies auf den ersten Blick durchaus nicht der Fall zu seyn scheint. Es sind aber die Unebenheiten der Erdoberfläche das Resultat der gleichförmigen Wirkung natürlicher Ursachen und man kann sie wirklich mit weit weniger Schwierigkeit verfolgen und beschreiben, als man anfänglich glaubt. Hat man eine bedeutende Strecke von Land aufzunehmen, so geben seine Ströme und Flüsse die sichersten Andeutungen von seinen Erhebungen und Vertiefungen; sie geben jede Veränderung des Falls an und dem erfahrnen Auge mit ziemlicher Genauigkeit.

Nachdem man auf diese Weise eine oberflächliche Uebersicht von der besten Richtung einer Eisenbahnlinie erlangt hat, schreitet man zu einer genauern Aufnahme und Nivellirung der Gegend, durch welche sie gehen soll. Herr Tredgold empfiehlt dies mittelst rechtwinklichen Linien zu

thun, da dies bei weitem zweckmäßiger als eine Triangulirung sey, indem man dadurch eine genaue Kenntniß von der Oberfläche der Gegend erlange. Er versucht es, vermittelst einer Abbildung, den Vortheil dieser Methode einleuchtend zu machen. Es sey A. B. Fig. 32 ein Theil von der projektirten Linie und CD die Breite der in der Aufnahme begriffenen Gegend. Man wähle in passenden, und von dem Wechsel des Niveaus abhängenden Entfernungen von einander Stationen a a a, darauf nivellire man die Hauptlinie AB und auch die Querlinien bbbb ꝛc. recht genau und trage die Resultate, wie Fig. 32 zeigt, auf den Grundriß der Straßenlinie. Ist die Entfernung zwischen zwei Punkten b beträchtlich, so ist vielleicht eine nachträgliche Linie in der Hauptrichtung erforderlich. Die schraffirten Linien zeigen die Form der Oberfläche auf den Linien AB, bb, bb, ꝛc. des Grundrisses und die letztern sind rechtwinkliche Durchschnitte auf AB. Es ist also leicht die Ausdehnung der Einschnitte oder der Aufschüttungen zu erkennen, die zu vermeiden sind, wenn man die Lage der Hauptlinie verändert. Ein Plan dieser Art ist sehr zweckmäßig.

Jedoch muß bei der Bestimmung einer Eisenbahnlinie auch noch hauptsächlich berücksichtigt werden, ob der Verkehr in einer von mehreren Richtungen derselben seyn wird. Ist er in denselben gleich, so wählt man die oberste.

Allgemeines Verfahren bei dem Bau einer Eisenbahn.

Zunächst werden die Steine zugehauen und die Löcher zu eisernen oder hölzernen Dübeln in dieselben gebohrt. Dieß geschieht entweder auf die bekannte Weise durch bergmännische Bohrer, indem dieselben mit der linken Hand auf den Stein gesetzt und auf demselben, oder in dem nach und nach entstehenden Loche, nach und nach um ihre Peripherie gedreht werden und indem man mit dem, mit der rechten Hand gehaltenen Hammer, auf den Kopf des Bohrers schlägt; oder auch durch eine Steinbohrmaschine, wie sie, bei Anlage

der Nürnbergereiſenbahn benutzt, in Fig. 42 und 43 abgebildet iſt und deren Einrichtung aus dieſer Abbildung erſichtlich iſt. Die gebohrten Steine werden alsdann zur Stelle gebracht und die Schienenſtühle darauf befeſtigt.

Nachdem nun die Dammarbeiten auf der Straßenlinie, von denen wir weiter unten reden werden, vollendet ſind, wird die Mittellinie der Bahn vermittelſt Pfählen bezeichnet, die 5 oder 6 Schienenlängen von einander abſtehen. Die Pfähle werden von 80 zu 80 Ruthen mit der Libellenwaage abgewogen. An den Seiten jedes Pfahls, außerhalb der Schienenreihe, ſetzt man zwei andere Pfähle, deren Köpfe nach der Sagwage, mit den mittlern Pfählen in gleiche Höhe gebracht werden.

In den Linien der Schienen wirft man der Länge nach Gräben auf, um die Steine aufzunehmen. Den Boden muß man auf das Sorgfältigſte zu befeſtigen ſuchen, welches durch Feſtrammen mittelſt eines Rammklotzes wie Fig. 44 geſchieht.

Zuerſt ſetzt man diejenigen Steine welche unter die auf die Pfähle treffenden Stöße der Schienen zu liegen kommen; ſodann die Steine unter den übrigen Stößen. Die Stellen derſelben giebt die Mittellinie; ihre Höhe findet ſich durch Steinſetzervoliſire, auf die Schienenſtühle der zuerſt gelagerten Steine geſetzt. Nachdem alle Steine unter die Schienenſtöße geſetzt ſind, giebt eine Schnur von dem Boden eines Schienenſtuhls bis zu dem des nächſten ausgeſpannt, die Stelle und Höhe der zwiſchenliegenden Steine an. Auf der Nürnberger Bahn hat man wie Fig. 35 zeigt, von 300 zu 300 Fuß, ſogenannte Normalſteine gelegt, die $6\frac{3}{4}$ Fuß lang ſind; d. h. über die ganze Bahn gehen, gleiche Breite mit den übrigen ($1\frac{3}{4}$ F.) und eine Höhe von ebenfalls $1\frac{3}{4}$ Fuß haben, wogegen die übrigen nur 15 Zoll hoch ſind. Sie dienen hauptſächlich zur genauen Beſtimmung der Breite der Bahn, haben aber auch den Zweck, das Seitwärtsdrängen der Schienen durch die Räder der Fuhrwerke zu verhindern. Dieſe Vorſicht, durch welche die Breite der Bahn

erhalten wird, ist auf weichem Boden und auf aufgeschütteten Dämmen sehr nothwendig und wenig kostbar, weil man die Querstücke zugleich zu der vorläufigen Straße, zum Transport der Erde benutzen kann.

Hierauf werden die Schienen zur Stelle gebracht, auf einem ambulanten Amboß genau gerichtet und dann in die Schienenstühle gelegt und festgekeilt. Man muß dahin sehen, daß die Schienen genau auf dem Boden aller Stühle auf- und daß sie gleich hoch und gerade liegen.

Der Rest der Gräben wird nun mit Sand, Kies oder zerschlagenen Steinen ausgefüllt, die stark gegen die Tragsteine gestampft und mit dem in Fig. 44 dargestellten Rammklotz wiederholt festgerammt werden. Zuweilen hebt man auch, statt Gräben, den Boden in der ganzen Breite der Straße aus.

Es ist vorzüglich nothwendig, daß die Steine nicht wanken, und daß sie mit allen Punkten ihrer untern Fläche den Boden berühren. Bei Liverpool und auch bei Nürnberg hat man daher beim Setzen der Steine auf folgende Weise verfahren. Eine Art von Dreifuß, Fig. 45, 5½ Fuß hoch, diente zum Auflager eines 13 bis 16 Fuß langen Hebels. Am Ende des langen Arms desselben waren Zugseile geknüpft, wie bei einer Ramme, um den Hebel herunter zu ziehen. Am Ende des andern, kurzen Arms, des Hebels war eine Kette, die mittelst eines Hackens in dem schon am Steine befestigten Schienenstuhl griff. So hob man den Stein, welcher gegen 6 Ztr. wog auf, rammte mit ihm selbst, indem man ihn wieder fallen ließ, den Boden fest, der nun zugleich genau, die Gestalt der kleinen Unebenheiten der untern Fläche des Steins annahm. Man hat dieses Verfahren sehr gut befunden, weil man sich seiner bei Liverpool noch immer und bei Nürnberg noch neuerlich bediente, obwohl es scheint, daß dadurch die Befestigung des Schienenstuhls am Steine leiden müsse.

Zuweilen füllt man den Boden der Gräben unter den Schienen mit einem Bett von zerschlagenen Steinen, 9½ Zoll

hoch, aus, auf welches man die Tragſteine ſetzt. Durch dieſes Verfahren erlangt man viele Feſtigkeit und der Abfluß des Waſſers geſchieht durch kleine Kanäle, von Strecke zu Strecke. Man hat ein ſolches Steinbett bei Leeds und Selby und bei Nürnberg (ſiehe Fig. 34, 36, 37 und 39) gemacht; aber es ſcheint, daß es nur auf weichem Boden angemeſſen ſey. Die zerſchlagenen Steine werden ſich unter den Stößen der Wagen auf ähnliche Weiſe verhalten, wie unter den gewöhnlichen Fuhrwerken, ſie werden ſich zuſammendrängen, in einander keilen, und alſo zuletzt weniger Raum einnehmen. Die Schienen müſſen alſo ſinken; aber da die Steine einander gleich vorausgeſetzt werden können, ſo wird ſolches gleiförmig geſchehen.

Setzt man die Schienenſtühle auf Querſtücke, ſo iſt es ſchwieriger ſie zu richten, weil das eine Ende des Querſtücks verſchoben wird, wenn man das andere Ende hebt, oder ſenkt. Dagegen läßt ſich leichter der Parallelismus der Schienen erlangen.

Die Schienen dürfen nicht ſcharf zuſammenſtoßen; es muß zwiſchen zwei Schienenenden ein Spielraum von 1 bis $1^1/_2$ Linien bleiben, als ſo viel eine Schiene von $14^1/_2$ Fuß lang ſich ausdehnen kann, wenn man annimmt, daß ſie bei 0^0 Wärme gelegt wird und die größte Sonnenwärme nicht über 32^0 Reaum. ſteigt. Der Zwiſchenraum darf aber, verdoppelt, nur je bei der zweiten Schiene gelaſſen werden, und die Schienen können paarweiſe einander unmittelbar berühren. Aber nicht weiter dürfen die Zwiſchenräume von einander entfernt werden, weil ſonſt die Schienen nicht frei genug auf den Stühlen würden gleiten können.

Zuweilen neigt man die Oberfläche der Schienen ein wenig gegen einander, um die Wagen um ſo beſſer in die Bahn zu drängen. Dieſe Neigung iſt insbeſondere den koniſchen Rädern angemeſſen.

Die Stöße der Schienen in den beiden Linien können auf verſchiedene Weiſe angeordnet werden. Bei Liverpool, ſcheint es, habe man anfänglich die Stöße der einen Linie

den Mitten der Schienen in der andern Linie gegenüber gelegt. Dies hat sich aber durch die allmähligen Ausbesserungen und Erneuerungen der Schienen verändert. Bei Lyon, bei Nürnberg ꝛc. sind die Schienenstöße einander gegenüber gelegt worden. Bei der ersten Art kann ein Stoß nie von mehr als einem Rade getroffen werden; bei der zweiten Art werden zwei Stöße zugleich getroffen; aber der Parallelismus der Schienen läßt sich bei der zweiten Art besser erhalten, weil ein Querstück zwei Stöße und folglich 4 Schienen auf einmal verbindet.

Breite der Eisenbahnen, und Ausweichstellen.

Die Breite der Bahnen hängt von der Breite der Wagen ab, nemlich von der Entfernung der äußern Seiten der Radränder von einander, zu welcher noch $^3/_4$ Zoll Spielraum kommen muß.

Die Breite der folgenden Eisenbahnen, von der Mittellinie der einen Schienenreihe bis zur Mittellinie der andern gemessen, beträgt:

von Leeds nach Midleton	4	Fuß	2 Zoll
zu Sunderland	4	„	$5^1/_2$ „
von Redruth nach Restrongett	3	„	$10^1/_4$ „
von Darlington nach Stockton	4	„	$8^1/_2$ „
von Liverpool nach Mancheſter	4	„	$8^1/_2$ „
von Canterbury nach Whiteſtable . . .	4	„	10 „
von Leeds nach Selby	4	„	9 „
Die Bills über die neueſten Eiſenbahnen in England beſtimmen für die Breite zwiſchen den Schienen wenigſtens . . .	4	„	$6^1/_4$ „
für die Breite außerhalb den Schienen, höchſtens	4	„	$11^1/_4$ „
von St. Etienne nach Andrèzieux . . .	4	„	9 „
von Lyon nach Roanne	4	„	$9^1/_2$ „
bei Epinac	4	„	10 „
bei Denain	4	„	$9^1/_2$ „
bei Nürnberg	5	„	— „

Wenn eine Eisenbahn einfach ist, oder nur zwei Reihen Schienen hat, so müssen Verdoppelungen vorhanden seyn, wo die sich begegnenden oder die mit verschiedener Geschwindigkeit fahrenden Wagen einander ausweichen können. Die Entfernung der Ausweichstellen (Siding or passing places) von einander, richtet sich nach der Frequenz der Straße, die Länge der Ausweichstellen nach der Länge des Zuges der aneinander gehängten Wagen. Die Länge der Ausweichstellen zusammen beträgt den 17ten bis 8ten Theil der Bahn, und wo die Passage frequent ist, auch wohl noch mehr. Auf Bahnen wo mit Dampfwagen transportirt wird, muß in der Ausweichung wenigstens der Raum für den Dampfwagen und alle (20—24) angehängte Wagen seyn. Der Raum zwischen der Haupt- und der Neben- oder Ausweichbahn beträgt gewöhnlich nur 4 bis 5 Fuß. Bei der Darlington-Bahn sind so viel Ausweichplätze in der Hauptlinie angebracht, daß man immer von einem zum andern sehen kann, und ein eigenes Reglement bestimmt, welche Wägen bei dem Begegnen in der Hauptbahn bleiben, und welche in den Ausweichplatz fahren müssen. Fig. 46 zeigt den Grundriß der Hälfte eines Ausweichplatzes, es sind auf denselben die verschiedenartigen Schienenstücke (Radlenker-Switchs) a b, c d und e f, welche in den Fig. 47, 48 u. 49 in größerm Maaßstabe dargestellt sind, bemerklich; Fig. 52 stellt den Durchschnit von Fig. 47 nach der Linie k l dar, Fig. 53 den Durchschnitt von Fig. 49 nach der Linie m n. Das Geleise in Fig. 52 hat 2 bis $2^1/_2$ Zoll Breite und zur Aufnahme der Spurkränze der Räder $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Zoll Tiefe.

Die Schienenstücke c d und e f sind Zungen von Schmiedeeisen, welche um die Punkte c und e beweglich sind und geöffnet und geschlossen werden, je nachdem der Wagen sich bewegen soll. Findet die Bewegung des Wagens in der Richtung von A nach B statt, so wird die Zunge c d geöffnet, die Zunge e f bleibt aber geschlossen. Bei der Fahrt von C nach A bleibt c d geschlossen und e f wird geöffnet. Bewegt sich der Wagen von B nach A, so schließt der Wagen

die Zungen durch den Spurkranz der Räder nach Bedürfniß. Bei der Bewegung von C nach A, ſchließt der Wagen die Zungen von ſelbſt. Hieraus iſt erſichtlich, daß nur allein bei der Bewegung des Wagens von A nach B der Wagenführer nöthig hat, auf die Lage der Zungen zu achten, und wenn ſie für die Richtung, welche der Wagen nehmen ſoll, nicht paſſen, abzuſteigen und die beweglichen Zungen zurecht zu legen. Es iſt aber nöthig, daß die Zungen immer ſo liegen bleiben, daß die Hauptbahn geöffnet iſt. Um die Zungen in ihrer Lage zu erhalten, werden keilförmige Eiſenbleche O, von 4 bis 6 Zoll Länge und ½ Zoll Stärke, welche an kleinen Kettchen befeſtigt ſind, zwiſchen einem auf der Schiene angegoſſenen Vorſprung und die Zungen eingeſchoben.

Zur Verhinderung des Anſtoßens der Spurkränze der Wagenräder an die Spitze i, ſind auf jeder der äußern Seite die Leit- oder Einweiſeſchienen (check rails) g h angebracht, die häufig aus Holz beſtehen und mit Eiſen beſchlagen, gewöhnlich 6 Fuß lang ſind.

Um die Zunge bei F, wenn ein Wagen von B nach A gefahren iſt, von ſelbſt zu ſchließen, wodurch die Hauptbahn zur Paſſage frei wird, hat man die in Fig. 54 dargeſtellte mechaniſche Vorrichtung angebracht: a iſt die feſte Schiene, f die bewegliche Zunge; iſt f durch die Bewegung des Fuhrwerks von B nach A zur Seite geſchoben, ſo wird dieſe Zunge durch den Winkelhebel b c d wieder an die Schiene gedrückt. Man hat noch mehr Vorrichtungen der Art.

Bei Liverpool ändert man die Richtung auf eine Weiſe, welche noch beſſer zu ſeyn ſcheint. Es dreht ſich nemlich ein Theil der Schienen ſelbſt um einen Mittelpunkt und legt ſich nach Erfordern in die eine oder in die andere Richtung der Bahn. Die beweglichen Theile der Schienen ſind ohngefähr 5¾ Fuß lang, und etwa 4 Zoll von ihrem Ende geht eine Stange hindurch, welche ſie zieht oder treibt. Dieſe Stange endigt ſich an der Seite der Bahn in ein horizontales Rechteck von 7⅔ Zoll breit und 15⅓ Zoll lang, in welchem ſich ein excentriſches Stück bewegt, deſſen ver-

tikale Axe nach Belieben vermittelst eines 3 Fuß 2 Zoll langen Hebelarms gedreht wird. Dadurch können die Enden der Schienen etwa um $3^4/_8$ Zoll verschoben werden: Das Ganze Fig. 60 und 61 ist von geschmiedetem Eisen. Fig. 62 stellt eine andere Einrichtung des excentrischen Stücks auf dem Schienenwege bei St. Helens-Runcorn vor.

Wenn die Geschwindigkeit der Fuhrwerke sehr groß ist, so daß zu fürchten, die Ränder der Räder bei den Lenkern würden über die Schienen springen, so legt man zur Sicherheit große hölzerne Lenker hin, gegen welche sich die Felgen der Räder auf die Weise stemmen, wie die Ränder der Räder gegen die Schienen. Diese großen Lenker sind $12^3/_4$ bis 16 Fuß lang und bewegen sich auf einem Holz, dessen obere Fläche mit dem Terrain gleich hoch ist. Sie springen über dieses Stück $4^1/_4$ bis $5^3/_4$ Zoll vor, gegen welchen Vorsprung sich die Radfelgen legen (Fig. 63 a—c). Man bewegt die hölzernen Radlenker besonders.

Die hier beschriebenen Vorrichtungen werden auch da angewendet, um bei Doppelbahnen, von einer zur andern zu kommen; jedoch brauchen die Tangenten der alsdann zu machenden Biegungen nicht nothwendig in die Richtung der Hauptlinie zu fallen. Es ist hinreichend, wenn der Winkel des Zusammenstoßens der Linien die Wagen nicht zu plötzlich aus ihrer Richtung lenkt und wenn das Rechteck, welches die geraden Linien zwischen den Berührungspunkten der vier Räder eines Wagens zur Seite hat, überall in die horizontale Projektion der zusammenstoßenden Bahnlinien eingeschrieben werden kann. Der Winkel kann nach dieser Regel 3 bis 6 Grad betragen.

Bei den Abgangs- und Ab- und Auflabeorten müssen Nebenbahnen nach den Standorten der Wagen außerhalb der Hauptbahn gebauet werden.

Ist der Verkehr auf einer Eisenbahn sehr stark, so müssen zwei Bahnen angelegt werden, die eine für die gehenden und die andere für die kommenden Fuhrwerke. Der Zwischenraum zwischen beiden Bahnen hängt von der Breite der

Ladung der Bahnwagen ab. Es beträgt die Entfernung der Mittellinie des Zwischenraums von der Mittellinie jeder Bahn:

auf der	von	Darlington	nach	Stockton	. 4 Fuß	$^1/_6$ Zoll
=	=	= Liverpool	=	Manchester	. 5 =	$2^1/_2$ =
=	=	= Leeds	=	Selby	. . 6 =	$3^2/_3$ =
=	=	bei Sunderland		. . . . .	3 =	$6^4/_5$ =
=	=	von Lyon nach Roanne		. . . .	3 =	$2^1/_3$ =
=	=	bei Epinac		. . . . .	3 =	$2^1/_3$ =

Drehscheiben.

Die von einer Hauptbahn abgehenden Seitenbahnen werden entweder in sanft gekrümmten Bogen angelegt, wie in Fig. 59, oder wo diese wegen fehlenden Raums nicht angebracht werden können, besonders bei kurzen Nebenbahnen, welche z. B. an das Ufer der Flüsse zu den Abladeplätzen, oder von den Waarenhäusern zur Bahn führen, wendet man sogenannte Drehscheiben an. Fig. 64 und 65 zeigen die Verbindung eines Seitenarms mittelst einer solchen Scheibe (auf der Liverpool-Mancher Eisenbahn) deren Mittelpunkt den Treffpunkt beider sich schneidenden Bahnen bildet, und die so groß ist, daß ein Dampf- oder ein Lastwagen (die Personenwagen kommen nicht in diese Häuser) jeder einzeln bequem darauf stehen kann. Die Oberfläche der Scheibe liegt mit der des Wegs in einer Ebene und sind auf derselben 2 Schienen a b, a b befestigt, welche mit denen beider Bahnen genau einerlei Höhe und Entfernung haben. Ist die Scheibe so gestellt, daß die darauf befindliche Bahn mit der stehenden korrespondirt, so können die ankommenden Wagen entweder über sie weiterfahren, oder, wenn eine in den Seitenarm gehen soll, darauf still gestellt werden, worauf die Scheibe so weit gedrehet wird, daß die Schienen derselben mit denen des Seitenarms eine Linie bilden, und der Wagen auf letzterm weiter fährt. Soll derselbe, oder eine Maschine, denselben Weg zurückgehen, den sie gekommen, so wird die Scheibe halb umgedreht, wonach die Schienen wieder dieselbe Rich-

tung annehmen, ſich aber mit den entgegengeſetzten Enden berühren. Die Konſtruktion dieſer Scheiben iſt folgende: im Treffpunkt der Mittellinie beider ſich kreuzenden Schienenbahnen, iſt in einem gehörig verbundenen Quaderſtein Fig. 66 ein aufrecht ſtehender Zapfen eingelaſſen. Um denſelben iſt ein mit dem Umfang der Scheibe harmonirender, in der Oberfläche glatt gearbeiteter, platter Ring koncentriſch eingelaſſen. Auf dem Zapfen in der Mitte dreht ſich eine gußeiſerne Haube, welche den Mittelpunkt eines durch 8 Speichen mit ihr verbundenen Kranzes bildet. Auf demſelben und der Armen ſind in 2 Reihen 6 Schienenſtühle, ähnlich denen auf dem Wege angegoſſen, in welchen zwei Schienenſtücke mit Keilen ſo befeſtigt ſind, daß die Spurweite genau mit der Bahn übereinkommt. Die genaue Höhenlage dieſer Schienen wird durch die Länge des Zapfens bedingt, dieſelben werden auch an den Enden, nach der Rundung der Scheibe abgearbeitet, während daſſelbe mit den Enden der unbeweglichen Schienen geſchieht, wodurch ein genauer Schluß bewirkt wird. Um den feſten Rand der Scheibe zu ſichern und ſie doch bequem drehen zu können, ſind unter dem Umfang derſelben 8 Friktionsrollen angebracht, die ſich auf der Oberfläche des eingelaſſenen platten Rings drehen, und in gußeiſernen Laſchen befeſtigt ſind, welche ſich auf der Unterſeite der Scheibe befinden. Zur Feſtſtellung der Scheibe bei der Korreſpondenz mit der einen oder der andern Bahn iſt ein Klinkhaken angebracht, der vor der Drehung leicht aufgehoben werden kann und von ſelbſt einfällt, wenn die Scheibe denjenigen Stand erreicht, wobei die Schienen auf derſelben mit denen der einen oder andern Bahn einerlei Richtung haben. Damit kein Schmutz auf die Friktionsräder gelangen, man auch bequem über die Scheiben gehen kann, iſt das Fig. 66 gezeichnete Gerippe mit ſtarkem Eiſenblech abgedeckt, zu deſſen Aufnahme die Arme und der Kranz mit den gehörigen Vertiefungen und Nietlöchern verſehen ſind.

Um ohne Umſtände das Gewicht der verſchiedenen Ladungen ermitteln zu können, werden auf

den in die Liverpooler Waarenlager führenden Seitenarmen, Decimalwaagen von bekannter Einrichtung angelegt, so daß ein Stück der Bahn selbst die Lastscheibe bildet, während in einem daneben befindlichen Verschlag die Gewichte in einen an der Hebelverbindung befindlichen Kasten eingesetzt werden. Durch den Druck auf einen andern Hebel können aber auch die beweglichen Bahnenstücke festgestellt werden.

Durchschneiden der Chausseen und Wege durch die Eisenbahnen.

Die Eisenbahnen durchschneiden sehr häufig Wege und Chausseen und kann man unter diesen Umständen:

1) Die Bahn mittelst einer Brücke über die Chaussee, oder mittelst einer Tagestrecke (Tunnel) unter dieselbe;
2) die Chaussee mittelst einer Brücke über die Eisenbahn oder mittelst einer Tagestrecke unterhalb die Bahn verlegen, oder
3) in gleicher Höhe Chaussee und Eisenbahn sich durchschneiden lassen,

je nachdem die eine oder die andere Verfahrungsweise den Umständen gemäß am zweckmäßigsten erscheint.

In Fig. 55 ist das Durchschneiden einer Straße in gleicher Höhe mit der Eisenbahn, im Grundriß und in Fig. 56 im Durchschnitt dargestellt. Die Schienen werden auf gewöhnliche Art auf Tragsteinen, welche in die Straße versenkt sind, in den Stühlen befestigt, und auf der innern Seite der Schiene aber ein Falz oder eine Oeffnung von 2 Zoll Tiefe und $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite für die Spurkränze gelassen; damit jedoch diese Oeffnung sich gehörig erhalte, wird auf der andern Seite derselben in paralleler Richtung zur Schiene ein hinlänglich starkes, mit Eisen beschlagenes Stück Holz (a b Fig. 55) oder auch eine zweite Schiene eingelegt. Auf diese Weise können nunmehr alle Wagen ohne Anstand über die Straße fahren, so wie auch die Bahnwagen in ihren Spur fortlaufen und nur erfordert wird, daß die Oeffnung von Zeit zu Zeit gereinigt werde.

Zur Vermeidung dieſer Mühe iſt bei der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn folgende Conſtruktion eingeführt worden. Es wird der Länge nach unter jeder Schiene ein gewölbter Kanal in ſolcher Weite angelegt, daß ein Knabe durchkriechen und ihn reinigen kann. Der Kanal iſt immer auf 18 Zoll Länge oben geſchloſſen, wie Fig. 57, dann aber wieder auf 18 Zoll Länge oben offen wie Fig. 58. Die Schienen a b von hinlänglicher Stärke ſind an Quaderſteine befeſtigt und halten durch kleine Quereiſen 0,0, die Bahnſchiene c in der gehörigen Entfernung, und zwar ſo, daß die leichte Oeffnung zwiſchen den Bahnſchienen c und den Schienen a, b immer $1^1/_4$ Zoll beträgt.

Der Straßenkoth kann, wo das Gewölbe offen iſt, ſogleich in den unterirdiſchen Kanal fallen, an den Stellen aber, welche geſchloſſen ſind, befindet ſich auf der Mitte des Gewölbes ein Lager, welches die Bahnſchienen und die Schienen a b aufnimmt. Der Falz für den Spurkranz iſt hier auch vorhanden, und da da der letztere die Unreinigkeiten auf 18 Zoll Weite leicht fortſchieben und bis zur nächſten Oeffnung des Gewölbes bringen kann, ſo erhellet, daß durch dieſe Einrichtung das Reinigen der Felge faſt ganz beſeitigt wird.

Einſchnitte in das Terrain, und Aufſchüttungen.

Die Dammarbeiten, Aufſchüttungen und Einſchnitte bei einer Eiſenbahn ſind denen zu einer Chauſſee ähnlich, obgleich ſie auch manches Eigenthümliche haben. Die richtigen Regeln für den Bau der Chauſſeedämme müſſen wir hier als bekannt vorausſetzen und können nur wenig davon erwähnen.

Da das Waſſer, in beiden Fällen, rechts und links zur Seite geſchafft werden muß, und ſolches bei der Schienenbahn faſt noch nothwendiger iſt, als bei der Chauſſee; ſo macht man an den eingeſchnittenen Stellen, am Fuße der Böſchungen, kleine Gräben (Fig. 67, 68, 69, 70, 71, 72,

74). Sie ſind oben $2^1/_4$ (bei Leeds und Selby) bis zu $3^1/_4$ Fuß (bei Liverpool und Darlington) breit, und müſſen ſo tief ſeyn, daß das Waſſer, welches darin ſtehen bleiben könnte, immer tiefer ſtehe, als die untere Fläche der Schienen-Tragſteine. Im Allgemeinen richtet ſich die obere Breite, der Böſchung wegen, nach der Tiefe der Gräben und läßt ſich daher nicht vorher beſtimmen. Auf der Liverpool-Bahn ſind die Gräben $3^1/_4$ bis $4^3/_4$ Fuß von der äußern Schienenreihe entfernt.

Die Breite des Banketts d. h. die Entfernung der Böſchung der Aufſchüttungen von der äußern Schienenreihe, beträgt bei der Liverpool-Bahn $4^3/_4$ Fuß. Dieſe Breite ſcheint vollkommen hinreichend zu ſeyn, um allen Erſchütterungen von der Bewegung der mit größter Geſchwindigkeit fahrenden Wagen zu widerſtehen, auf der Bahn von Lyon beträgt ſie nur $2^1/_4$ Fuß und auf den Dämmen mehrerer ſteiler Bahnabhänge in England, über welche täglich 3 bis 4 hundert Wagen fahren, ſind die Banketts nicht breiter als 2 Fuß, und auch an mehreren Stellen in der Ebene nicht (Fig. 73).

Sehr merkwürdig ſind die auf der Liverpool-Mancheſter Bahn ausgeführten Dammarbeiten, ſo daß wir nicht umhin können ſie etwas näher zu betrachten.

Gleich beim Beginn der Erdarbeiten wurden bewegliche Schienenwege angelegt und die zugehörigen Wagen angeſchafft, mittelſt welchen alle Materialientransporte längs der ganzen Linie bewirkt worden ſind. Dieſe beweglichen Schienenbahnen beſtanden aus Querſchwellen mit aufgenagelten gußeiſernen Stühlen, in welche gewalzte Schienen mittelſt Keilen leicht befeſtigt und gelöst werden konnten. Die auf ſolchen beweglichen Bahnen gebräuchlichen Wagen werden weiter unten beſchrieben werden; bei den hier gebrauchten beſtand der Kaſten aus Eiſenblech. Die Transportweiten des Materials erſtreckten ſich von einigen Yards bis zu 3 und 4 engl. Meilen, und ein nicht unbedeutender Theil mußte mit Maſchinen aufgezogen werden, theils weil die Brücken

nicht vollendet waren, theils um das feſteſte Material auf die Oberfläche zu bekommen.

Nachdem nemlich die Aufſchüttungen aus dem Rauhen bewirkt waren, hat man die Oberflächen befeſtigt, um dieſelben gegen Beſchädigungen und Regengüſſe zu ſchützen, hauptſächlich aber, um den Unterſtützungen der Schienen ein ſicheres Lager zu verſchaffen und das Sinken einzelner Schienen zu verhindern. Dieſe Befeſtigungsdecke iſt 2 Fuß ſtark, von den aus den Felsdurchbrechungen gewonnenen Steinen, mit Sand vermiſcht, aufgeſchüttet und feſtgewalzt. Darin ſind die Steinblöcke und Querſchwellen zur Unterſtützung der Querſchwellen eingelaſſen. Die Böſchung aller Anſchüttungen iſt beiläufig einfüßig, die der Ausgrabungen aber $1^1/_2$ füßige, wo ſie nicht in den Felſen eingeſprengt, oder zur Verminderung der koſtbaren Grundentſchädigung mit Futtermauern eingefaßt ſind, was übrigens an den meiſten Stellen der Fall iſt.

Die hohen Anſchüttungen durch die verſchiedenen Thäler und Niederungen hatten ſich im September 1830 noch nicht völlig geſetzt, und man mußte ſie daher an mehreren Stellen wieder erhöhen. — Die ganze Maſſe der Ausgrabungen beträgt gegen $1^1/_2$ Millionen Schachtruthen durch Schiefer, Sandſtein, Erde, Mergel und Sand.

Die Möglichkeit der Führung des Schienenwegs über das Chat-Mos, ein Moor unweit Mancheſter, am Irwellfluß, war bei den Parlamentsverhandlungen ernſtlich zur Sprache gekommen, und von Vielen bezweifelt worden, welche mit der Beſchaffenheit dieſes Sumpfes, der an mehreren Stellen 30 bis 35 Fuß tief und ſo flüſſig iſt, daß eine aufrecht eingeſteckte eiſerne Stange, durch ihr eigenes Gewicht bis auf den Grund einſinkt, bekannt waren. Der Anfang der Arbeiten wurde damit gemacht, in dieſem Moor breite Gräben zu ziehen, in welchen ſich Waſſer ſammeln konnte, während das daraus gewonnene Material auf die Baſis des neuen Weges geſchüttet wurde. Bei dieſer Arbeit bediente man ſich ebenfalls beweglicher Schienenwege, die

ſich aber von denen zu den übrigen Erdarbeiten angewendeten dadurch unterſchieden, daß die Querſchwellen auf untergelegten Langhölzern ruhten, deren Querſchnitt ein rechtwinkliches Dreieck bilden, deſſen größte Seite als die meiſte Fläche darbietend, auf das Moor gelegt wurde, ſo daß die Bahnen gewiſſermaaßen als ſchwimmende zu betrachten waren. Von den übrigen Stationen des Wegs wurden nun Steine, Erde und Sand angefahren und damit der Weg aufgehöhet. Große Schwierigkeiten machte der Theil des Moors welcher etwa $^1/_2$ Meile vom öſtlichen Ende deſſelben entfernt liegt, wo eine Aufſchüttung von 20 Fuß über dem natürlichen Boden angelegt werden mußte. Das ungeheure Gewicht eines ſolchen Körpers, der auf eine halbflüſſige Unterlage erbaut werden mußte, drückte dieſe natürlich ſeitwärts weg, und ſo verſchwanden viele Tauſend Kubikyard Material in den Grund, bis daß die Anſchüttung allmählig feſter wurde wobei der ſeitwärts aufgedrückte Schlamm als Gegengewicht diente und die zu große Verbreitung der anzuſchüttender Grundfläche verhinderte. Mit Beharrlichkeit wurde immer fortgefahren jede einzelne Senkung immer auszugleichen, bis der Körper endlich Konſiſtenz genug erhielt, um mit Sicherheit die Schienen darauf legen zu können: Vom Moor ſelbſt wurden faſt $^3/_4$ Millionen Kubikyards ausgegraben, welche aber, nachdem ſie aufgeſchüttet und vom Waſſer befreiet waren, nur $^1/_3$ an feſter Maſſe zurückließen. Dieſe Schwierigkeiten fanden ſich ſchon bei weniger tiefen Stellen des Moors, weßhalb man ſpäter die Durchſchüttung aufgab und einen Faſchinenbau anlegte, auf welchem faſt unmittelbar die Querſchwellen zur Unterſtützung der Schienen ruhen. Dieſer Faſchinenbau iſt aber keineswegs (wie bei Waſſerbauten) bis auf den Grund geſenkt, was wegen Mangel an Belaſtung auch nicht anging, ſondern bildet nur eine Zwiſchenlage, ſo daß dieſe Strecke des Weges eigentlich ſchwimmt. — Ein Sinken derſelben wird daher nie ganz aufhören, und ſomit immerwährende Reparaturen veranlaſſen, welche eben ſo ſtörend als koſtſpielig ſind. Vierzehn Tage nach Eröffnung

des Weges war dieſe Strecke faſt bis zum Niveau des Sumpfs geſunken und mußte erhöhet werden. — Durch das kleinere, bis 20 Fuß tiefe Parr-Moos, unweit St. Helens iſt der Weg ganz durch bis auf den Grund geſchüttet, weil hier das Material viel leichter zu haben war. Dieſe Anſchüttung iſt im Durchſchnitt 4—5 Fuß über das ſie umgebende Moor erhöhet, alſo im Ganzen 24 bis 25 Fuß hoch.

Auf der Liverpooler Straße hat man urſprünglich die Böſchungen des 48 Fuß hohen Dammes bei Roby konvex gemacht, mit $4^3/_4$ Fuß Erhebung auf $44^1/_2$ Fuß Sehne (Fig. 75). Man hat aber ſpäter die Erde an einigen Stellen, mit einem im Profil geradlinigten Steinpflaſter bedecken müſſen, welches die Höhlung der Kurve ausfüllt. An andern Stellen hat ſich die urſprüngliche Geſtalt der Böſchung noch erhalten.

Auf der Straße von Leeds nach Selby hat man einem 51 Fuß hohen Damm nur 32 Fuß Böſchung gegeben und die Erde mit trocknem Mauerwerk, unten $6^1/_2$ Fuß dick, bekleidet. Die Kühnheit dieſer Anordnung ſcheint uns nicht gerechtfertigt, da die Aufſchüttung hier noch ganz ungewöhnliche Erſchütterungen zu erleiden hat; auch nicht in Rückſicht des Raums oben zwiſchen der äußern Schienenreihe und dem Rande der Böſchung, der ſelbſt dann zu groß iſt, wenn man, wie man es ſich vorbehalten hat, vier Reihen Schienen legen will, denn die Breite beträgt über 11 Fuß.

Wenn man die Ungleichheit und die lange Dauer des Setzens hoch aufgeſchütteter Erde erwägt, ſo läßt ſich, wie wir auch aus den oben angeführten Beiſpielen erſahen, erwarten, daß Schienenſtraßen auf ſolchen Dämmen, weil die Schienen dem Setzen folgen, nur erſt nach oft wiederholter Herſtellung fahrbar bleiben können. Der Schienenweg kann hier auch nicht anders reparirt werden, als wenn die Fahrt unterbrochen oder verlegt wird. Deßhalb ſcheint es auch gut, die Krone hoher Dämme ſo breit zu machen, daß neben der Hauptbahn Hülfsbahnen gelegt werden können.

Stellen über und unter der Erde.

Eine Eisenbahn kann, wie wir schon im zweiten Kapitel des Werks erwähnten, durch Berge oder auf Brücken, über Thäler gehen müssen. Wir können hier nur im Allgemeinen von dem Betrieb der Straßenstollen und dem Bau der Brücken reden, da ersterer eigentlich in das Gebiet der Bergbaukunde, letzterer in das der gewöhnlichen Architektur gehört und es zu weit führen würde, von beiden speciel zu reden.

Die unterirdischen Stellen von Schienenwegen unterscheiden sich von Kanälen wesentlich darin, daß man die Kanäle eher unter als über die unterirdischen Gewässer legen muß, während es sich bei Schienenwägen umgekehrt verhält; und wenn man die Gewässer nicht vermeiden kann, so muß man sie so weit abzuleiten suchen, daß sie nicht über die Grundfläche der Schienentragsteine steigen können:

Der Betrieb des Schienenstollens oder der Tagestrecke (Tunnel) unter der Stadt Liverpool, wurde in acht verschiedenen Abtheilungen unternommen, welche mit der Erdoberfläche durch sieben ausgemauerte Schächte, in Verbindung gebracht waren, durch welche die Berge gefördert und die Baumaterialien eingebracht wurden. Die ganz genaue Verbindung und gleichförmige Richtung dieser unzusammenhängend getriebenen Strecken war von großer Wichtigkeit und erforderte die äußerste Vorsicht und Genauigkeit, die aber auch mit dem besten Erfolge gekrönt wurde, indem bei den allmähligen Durchbrechungen aus einem Ort in das andere (Gegenort) d. h. aus einer Abtheilung der Tagestrecke in die andere, Richtung, Höhenlage und Neigung so genau stimmten, daß das vollendete Ganze wie aus einem Guß erscheint. An einigen Stellen besteht das Gebirge aus einem mit Wasser gesättigten blauen Schiefer, an andern gar aus nassem flüssigem Sand (sogen. schwimmenden Gebirge), welche bei dem Betrieb des Tunnels große Schwierigkeiten machten und sehr künstliche Unterstützungen erforderten, bis die Ausmauerung vollendet war. — Der durch festes Gestein getrie-

bene Theil des Tunnels hat zwar ebenfalls viel Arbeit gekoſtet, doch bedurfte er weder vorläufiger Abſteifungen noch Mauerung, da das Geſtein ſelbſt ein feſtes Gewölbe bildet. Ueberall wo im Tunnel eine Ausmauerung erforderlich war, beſteht dieſelbe aus eigends dazu gefertigten Ziegelſteinen. Der Mörtel, deſſen man ſich dazu bediente, wurde aus Kalk mit pulveriſirtem rothen Sandſtein vermiſcht in Mörtelmühlen bereitet.

Außer dieſem größern 6400 rheinl. Fuß langen Tunnel, geht unter der Stadt Liverpool noch ein anderer kleinerer, nur 847 Fuß langer hindurch, auch hat die Bahn noch mehrere bedeckte Wege (culverts).

Ein Tunnel für einen Schienenweg mit einer einfachen Bahn iſt breit genug, wenn 19 bis 23 Zoll Raum an jeder Seite zwiſchen der Wagenladung und der Wand und oben 27 Zoll Raum zwiſchen der Wagenladung und der Decke bleiben. Fig. 77 ſtellt den Straßenſtollen von Preſton in England und Fig. 76 den von St. Etienne in Frankreich vor.

Iſt der Straßenſtollen zur Perſonenfahrt beſtimmt, ſo ſind wenigſtens $3^1/_4$ Fuß Raum zwiſchen den Wänden der Perſonenwagen und den Gewölbeniederlagen nöthig (Fig. 78). Der neue Straßenſtollen unter Liverpool, durch welchen blos Perſonenwagen fahren, iſt für zwei Bahnen $23^1/_4$ Fuß breit, welches 3 Fuß $2^1/_2$ Zoll Raum zwiſchen dem Wagen und den Wänden giebt (Fig. 79). Eine Höhe von $12^3/_4$ Fuß vom Boden des Stollens bis zum Gewölbe, iſt für die Paſſage von Perſonenwagen hinreichend. Wenn aber Dampfwagen durch die Tunnels fahren ſollen, ſo muß Raum für die Schornſteine derſelben vorhanden ſeyn, welche 12 Fuß über den Schienen hoch ſind.

Die nemlichen Maaße würden auch für Brücken zureichend ſeyn, welche gewöhnliche Straßen über einen Schienenweg führen. Bei der Liverpooler Straße ſind jedoch dergleichen Brücken in der Regel 32 Fuß im Lichten weit und 19 Fuß bis zum Gewölbe Schlußſtein hoch. Fig. 80 iſt die

Ansicht einer Brücke unter, Fig. 81 die einer Brücke über den Weg.

Die Brückenstraßen können von Stein, von Holz oder von Eisen gebauet werden; auch auf Hängebrücken. Die Breite zwischen den äußern Schienen und dem Geländer beträgt auf denselben $2^1/_4$ Fuß bis $8^1/_2$ Fuß. Aber $4^3/_4$ Fuß Breite wie bei Newton und Sankey auf der Liverpooler Straße sind vollkommen hinreichend. Diese Brückenstraßen bei Newton und Sankey sind von Steinen erbauet, die erstere ist in Fig. 82 abgebildet und die zweite ist eben konstruirt, nur ist bei ihr der Damm nicht bis zur Stirnmauer fortgesetzt, sondern es fahren die Personenwagen bis dahin über eine hölzerne, 100 bis 130 Fuß lange Brücke.

Die Brücke über den Irwell bei Mancheſter besteht aus zwei elliptischen Bögen von 65 Fuß Weite, welche gegen 2 Stirn und einen 10 Fuß starken Mittelpfeiler gespannt sind. Der Schienenweg mußte, um in dem dicht am Wasser liegenden Hof der Mancheſterschen Waarenhäuser zu gelangen, in schiefer Richtung über den Fluß geführt werden, wobei aber um weder die Schifffahrt, noch den Wasserabfluß zu stören, die Pfeiler und die Widerleger mit dem Stromstrich parallel erbauet werden mußten. Aus diesem Grunde wurden beide Gewölbe schief, so daß nicht nur alle Gewölbsteine in den Ansichten schräg, sondern auch die Anlagen der Bögen keilförmig bearbeitet werden mußten. Ganz in ähnlicher Art, und ebenfalls mit nur einem schiefen Bogen ist die Brücke bei Rainhill erbauet.

Man findet auch auf der Straße von Roanne eine Brückenstraße mit hölzerner Decke auf Pfeilern und Stirnmauern von Stein ruhend, und eine ganz hölzerne Brückenstraße bei Preston. Um die Eisenbahn von St. Helens über die von Liverpool hinweg zu führen, hat man eine Brückenstraße ganz von Gußeisen erbauet, die den Schienenweg unter ihr nicht im rechten Winkel schneidet. Endlich findet man bei Stockton eine Kettenbrücke von 239 Fuß Oeffnung, in der Linie der Schienenbahn von Darlington. Die Wagen fahren

am linken Ufer von einem Punkte ab, der höher liegt, als die Brückenbahn. Der Wirkung der Schwere überlassen, passiren sie die Brücke und steigen auf das andere Ufer wieder hinauf. Da ein Anhängepunkt fehlte, so hat man die Brückenbahn durch fünf Joche mit Holmen und Streben unterstützt. Aber man darf daraus nicht schließen, daß Bahnwagen über Kettenbrücken nicht fahren dürften.

Fünftes Kapitel.

Von den zum Transport auf Eisenbahnen angewendeten Wagen.

Aus den weiter oben angegebenen Mitteln, welche angewendet werden, um die Wagen aus einer Eisenbahn in eine andere übergehen zu lassen, geht hervor, daß es mit Schwierigkeiten verbunden seyn müsse, sie von vorn nach hinten umzudrehen, indem sie durch die Spurkränze ihrer Räder auf den kaum $^1/_2$ Zoll breiten Schienen festgehalten werden, ausserhalb welcher es unmöglich wird, sie ohne eine beträchtliche Vermehrung der bewegenden Kraft in Bewegung zu setzen. Die Eisenbahnwägen müssen daher eine solche Einrichtung haben, daß sie sich mit gleicher Leichtigkeit vor- oder rückwärts bewegen lassen; der vordere und der hintere Theil der Wägen müssen sich daher ähnlich seyn. Außerdem müssen sie kein bewegliches Vordergestell haben, wie es bei dem gewöhnlichen Fuhrwerk der Fall ist, weil dieser bewegliche Theil zuleicht aus der Bahn springen würde. Die Kästen müssen auf zwei parallelen und durch ein ganz unnachgiebiges Gestell verbundenen Axen aufruhen, damit die Räder nicht bei dem geringsten Hinderniß, auf welches sie stoßen, aus der Bahn zu weichen streben. Endlich muß

die Bewegung der Räder genau in einer ſenkrechten Ebene erfolgen, da jede ſchwankende Bewegung um die Axe dazu beitragen würde, den Wagen aus der Bahn zu bringen. Es müſſen daher die Räder auf der Axe feſtgemacht werden und letztere muß ſich mit ihnen umdrehen, ſtatt daß bei gewöhnlichen Fuhrwerken die Axe befeſtigt iſt und die Räder ſich um dieſelbe drehen. Dieſe Betrachtungen deuten ſchon an, daß die Wägen einen beſondern Widerſtand erfahren müſſen, wenn ſie ſich in krummen Linien bewegen, weil ihre Axen parallel zu einander bleiben und die beiden an derſelben Axe befeſtigten Räder immer ganz gleiche Umdrehungsgeſchwindigkeiten haben müſſen.

Seit dem Beginn des Verkehrs auf der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn ſind auch bei den Eiſenbahn-Laſtwagen bedeutende Verbeſſerungen gemacht worden, ſo daß der Widerſtand der Laſt beinahe um $^1/_5$ vermindert worden iſt. Wir wollen die weſentlichſten dieſer Verbeſſerungen beſchreiben [1]), indem es zu weit führen würde, auch alle die ältern Arten von Eiſenbahnwagen kennen zu lernen [2]). Dieſe Verbeſſerungen beſtehen:

1) In Anwendung von Druckfedern, welche den Kaſten des Wagens unterſtützen, die Laſt gleichmäßig auf alle Räder vertheilen, alle Stöße auffangen und dieſelben für die Axen und Räder ſowohl, als für die Bahn unſchädlich machen, endlich den Radaxen, mit denen ſie verbunden ſind, eine geringe Abweichung von ihrer parallelen Lage geſtatten, wenn der Wagen durch Krümmungen der Eiſenbahn läuft, wodurch die Seitenreibung in denſelben ſehr vermindert wird.

---

1) Wir folgen dabei einem vortrefflichen Aufſatz des Herrn ꝛc. Hentz in Hattingen in den „Verhandl. des Berliner Gewerbvereins," 1835, 4te Lieferung. S. 208 ꝛc.

2) Nach dem ältern Princip ſind die noch jetzt faſt überall zum Kohlentransport angewendeten Wagen eingerichtet, die weiter unten näher beſchrieben werden ſollen.

2) In Anbringung der Laſt auf den verlängerten Axen außerhalb der Räder. Dieſe Verlängerungen oder Zapfen der Axen ſind weit ſchwächer als dieſe, und hierin beruht eine große Kraftersparung, da der Reibungswiderſtand von dem Verhältniß des Raddurchmeſſers zu dem des Zapfens abhängig iſt, und ſich in gleichem Maaße mit dem des letztern vermindert. So lange die Räder aber auf den äußerſten Enden der Axen ſaßen, konnten die in den Büchſen ſich drehenden Theile nicht geſchwächt werden, ohne die Axe dem Zerbrechen nicht zu ſehr auszuſetzen; dieſes wurde erſt zuläſſig, als die Büchſen außerhalb den Rädern angebracht wurden. Noch ein anderer, nicht minder wichtiger Vortheil, iſt durch dieſe Anordnung erzielt worden; es iſt die leichte und ſichere Art des Schmierens der Axen, was bei der frühern Anordnung, wo die Büchſen unter dem Wagenkaſten verſteckt lagen, viel Zeit erforderte, bei dem Mangel eines Reſervoirs häufig wiederholt werden mußte, und immer einen bedeutenden Oelverluſt zur Folge hatte.

3) In Anwendung von gewalzten eiſernen Bändern auf den gußeiſern Rädern derjenigen Wagen, welche mit großen Geſchwindigkeiten auf der Bahn fahren ſollen, wodurch die Gefahr des Zerbrechens faſt gänzlich beſeitigt und eine genauere Kreisform erzielt wird, da die Bahnen dieſer Räder abgedreht werden können.

4) Daß die Enden oder Zapfen der Axen, nachdem ſie genau abgedreht worden ſind, eingeſetzt werden, wodurch die Oberfläche ſtahlhart, alſo dem Angriff wenig ausgeſetzt iſt und eine regelmäßige Bewegung erhält.

Die übrige Einrichtung der Wagen iſt, ihrem Zweck entſprechend, ſehr verſchieden, je nachdem ſie zum Transport von Perſonen, Vieh, Kaufmannsgütern, Kohlen u. ſ. w. angewendet werden ſollen.

Die von dem Mechanikus Bury, in Liverpool, verfertigten Wagen werden für die vorzüglichſten gehalten, und ſind von demſelben mehrere Probewagen für die belgiſche Eiſenbahn angefertigt worden. Die beiden gebräuchlichſten

Arten der Transportwagen sind auf Taf. VIII. Fig. 83—85 und Taf. IX. Fig. 93 bis 95 gezeichnet. Auf ersteren werden die gewöhnlichen Ladungen sowohl in Ballen, Säcken, Kisten und Fässern, als unverpackt transportirt. Der 11 Fuß lange, 8 Fuß breite, 1¼ Fuß hohe Kasten bietet hinlänglichen Raum dar, um die gewöhnliche Ladung von 50 Zentnern aufnehmen zu können. Die Seitenwände des Wagenkastens sind beweglich und können abgenommen werden, wenn die Transportgegenstände sich auf der unbegrenzten Bodenplatte bequemer verpacken lassen. Bei schlechter Witterung wird die ganze Ladung mit einem wasserdicht gemachten leinenen Ueberwurf bedeckt. Die Ladung und Entladung dieser Wagen geschieht mittelst Krahnen in den Waarenhäusern, oder auf den Niederlagsplätzen durch besonders dazu angestellte Arbeiter.

Für solche Güter, welche nicht in die Magazine gelangen, sondern gleich nach ihrer Ankunft von den Consumenten mit gewöhnlichem Landfuhrwerk abgeholt werden, sind auf der Liverpool-Manchester Bahn besondere Wagen eingericht, welche Taf. IX. Fig. 93 in der Seiten- und Fig. 95 in der Vorder-Ansicht dargestellt sind. Dergleichen Güter (gewöhnlich Kohlen) werden in besondere Kasten von 5⅛ Fuß Länge, 4 Fuß Breite und 2¼ Fuß Höhe verladen, und je zwei derselben auf einen Bahnenwagen gestellt. Zur Erleichterung des Auf- und Abbringens dieser Kästen ist jeder derselben mit vier kleinen eisernen Rädern versehen, deren Axen sich in Lagern drehen, welche unter den Langbäumen derselben angebolzt sind. Die Räder bewegen sich auf platten, mit einem nach außen vorspringenden Rand versehenen Schienen, die auf quer über das Gestell des Wagens gebolzte Balken genagelt sind. Für jeden Kasten sind zwei solche Schienen angebracht, welche zusammen eine kurze Eisenbahn, von der Gättung der Tramroad, auf dem Transportwagen selbst bilden und gestatten, daß die Last mit großer Leichtigkeit auf den bestimmten Platz gebracht werden kann. — Um das Abgleiten dieser Kästen während der Fahrt zu verhindern,

werden dieſelben durch zwei Fig. 95 angedeutete Ueberwürfe feſtgehalten.

Wenn der Transportwagen mit beiden Käſten am Ort ihrer Beſtimmung angekommen iſt, wird jeder derſelben auf eine zweirädrige Karre gebracht, um auf gewöhnlichen Straßen zum Ort der Verwendung weiter befördert zu werden. Damit die Käſten ſchnell und leicht von dem Bahnenwagen auf die Karren Fig. 94, Taf. IX. gebracht werden können, haben letztere eine beſondere Einrichtung erhalten. Die Langbäume derſelben ſind ebenfalls mit eiſernen Schienen verſehen, welche in derſelben Entfernung und in gleicher Höhe mit denen auf dem Transportwagen angebracht ſind. — Die hintern Enden der Karrenbäume werden mit den Querbalken des Bahnenwagens in Verbindung gebracht, ſo daß das Stück Schienenweg auf demſelben mit dem auf der Karre zuſammentrifft, und beide zuſammen eine geradlinige Bahn bilden. Die Ueberwürfe, welche den Kaſten auf dem Bahnenwagen feſthielten, werden nun gelöst, und der Kaſten von demſelben auf die Karre gerollt. Um das Aufkippen der letztern zu verhindern, wenn die Laſt auf das äußerſte Ende der Langbäume gelangt, wird dieſelbe durch den Bahnenwagen unterſtützt, an welchem zu dieſem Ende die eiſernen Ruthenſtücke a a angebolzt ſind, in welche zwei an den Langbäumen der Karre befeſtigte Zapfen b b eingreifen. Sobald der Kaſten auf der Karre ſo weit fortgerollt iſt, daß ein Gleichgewicht ſtattfindet, wird er auf derſelben in gleicher Art, als auf dem Bahnenwagen, feſtgeſtellt und kann nun fortgefahren werden.

Der Unterbau der verſchiedenen Bahnenwagen iſt im Allgemeinen derſelbe, und es kann die folgende Beſchreibung füglich für alle gelten. Die einzelnen Theile, welche hier in Betracht kommen, ſind die Räder, Aren, Büchſen, Bremſen und Koppelungen, wobei es zur Deutlichkeit dienlich ſeyn wird, dieſelben einzeln durchzunehmen.

1. Räder.

Sie bestehen durchgängig aus Eisen vom zweiten Guß, und haben gewöhnlich einen Durchmesser von 3 Fuß bis 3 Fuß 1 Zoll. Die Felge ist 4 Zoll breit, und der Spurkranz springt 1 Zoll bis 13 Linien über derselben hervor. Bei den mit Reifen von gewalzten Eisen gebundenen Rädern, wie die Fig. 96 und 97 Taf. IX. im größern Maaßstab darstellen, ist der gußeiserne Kranz nur $4^1/_2$ bis 5 Linien, das Band dagegen an der schwächsten Stelle $1^1/_6$ Zoll stark. Die Befestigung desselben geschieht in gleicher Art, wie dieß weiter unten bei den Rädern der Dampfmaschine näher beschrieben werden wird.

Diejenigen Wagenräder, welche nicht auf diese Weise gebunden und für die langsamern Fahrten bestimmt sind, werden in der Felgenbahn hart gegossen [1]). Zur Vermeidung der durch ungleichförmige Erkaltung nach dem Guß entstehenden Spannung in den Radspeichen, welche dieselben sehr dem Zerbrechen aussetzt, wird die Nabe nicht zusammenhängend, sondern in drei abgesonderten Theilen, zwischen welchen sich ein offener Raum von $^2/_3$ Zoll Breite befindet, gegossen, so daß die Speichen dadurch den nöthigen Spielraum zu ihrer Zusammenziehung erhalten. Die Naben der Räder, welche gebunden werden, bestehen dagegen aus einem Stück, weil bei ihnen der Kranz nicht hart gegossen und auch so dünn gemacht wird, daß er bei der Contraktion der Speichen genugsam nachgiebt. Jede Nabe erhält zwei schmiedeeiserne Bänder, welche im glühenden Zustand auf die besonders dazu angebrachten Absätze getrieben werden, und durch ihre Zusammenziehung bei der Erkaltung dieselbe sehr fest umschließen, so daß bei Aufkeilung der Räder auf die Axen die Gefahr des Springens der Naben sehr vermindert wird.

---

1) Wir werden weiter unten bei der Beschreibung der gewöhnlich zum Kohlentransport angewendeten Wagen die Anfertigung solcher Räder näher beschreiben.

Die Speichen werden in sehr verschiedenen Querschnitten geformt; die Figuren 99, 100 und 101 Taf. IX. zeigen drei der gebräuchlichsten Arten, aus welchen ersichtlich ist, daß die Formen so gewählt sind, um mit dem wenigsten Material die größtmöglichste Stärke zu erreichen.

Häufig wird jetzt eine Art Räder angewendet, welche gar keine Speichen haben, deren Stelle durch eine den ganzen Raum zwischen der Nabe und dem Kranz ausfüllende dünne, durch vorspringende Rippen in der Richtung des Halbmessers verstärkte Platte vertreten wird, die mit dem Körper des Rades in einem Stück gegossen ist. Fig. 102 Taf. IX. zeigt die Ansicht eines solchen Rades, die angedeuteten Durchbrechungen dienen dazu, das Rad aus der Form zu heben und überhaupt leichter handhaben zu können.

2. Die Axen.

Die Axen werden entweder aus mehreren Stangen von Schmiedeeisen zusammengeschweißt und dann ausgeschmiedet, oder, was jetzt gebräuchlicher und viel wohlfeiler ist, aber auch weniger Dauer gewährt, auf Walzwerken in der vorgeschriebenen Stärke und Form ausgewalzt. Nachdem die Axen auf das vorgeschriebene Maaß abgeschnitten sind, werden beide Enden in der Form abgedreht, welche Fig. 97 im Längendurchschnitt zeigt; der Theil der Axe, welcher in die Oeffnung der Nabe eingebracht wird, erhält dabei einen Durchmesser von 2 Zoll 10 Linien, der vorspringende Zapfen, welcher sich in der Büchse dreht, von 1 Zoll $9^3/_4$ bis 10 Linien, und der Knopf am äußersten Ende von 2 Zoll und 3 Linien. Die vorspringenden und abgedrehten Zapfen der Axen werden hiernächst eingesetzt, was in gewöhnlicher Art durch eine Glühung in Leder, Kuhhaaren ꝛc. und Salz in einer verschlossenen Büchse, und darauf folgende Ablöschung in Wasser, geschieht. Dadurch erhält die Oberfläche einen zwar dünnen, aber glasharten Ueberzug, welcher dem Angriff der Reibung lange widersteht, wenn die Zapfen immer gehörig in Schmiere gehalten werden.

Die Räder werden immer fest mit den Axen verbunden, weßhalb zunächst die Löcher der Naben in einer solchen Weite nachgebohrt werden, daß der abgedrehte Theil der Axe, welcher darin befestigt werden soll, nur mit Gewalt eingetrieben werden kann. Die endliche Verbindung geschieht dann mittelst Eintreibung eines runden, sehr wenig verjüngten, Bolzens in ein passendes Loch, welches zwischen Axe und Nabe eingebohrt ist, so daß der Schlüssel halb in der Höhlung der Nabe, halb in der der Axe sich befindet. Bei den Rädern mit hart gegossener Bahn, deren Naben aus drei Stücken bestehen, werden vor Eintreibung der Axe die Zwischenräume derselben mit drei genau passenden Eisenstücken und Kitt ausgefüllt.

Diese Befestigungsart bietet bedeutende Vortheile vor der früher üblichen dar, bei welcher die Enden der Axen viereckig bearbeitet, in eben solche Löcher der Naben eingetrieben und durch einen quer durchgeschlagenen Bolzen gehalten wurden. Einmal ist ein viel genaueres und leichteres Einpassen möglich, wenn Axen und Löcher ab- und ausgedreht sind; das genaue Rundlaufen der Räder aber ist beinahe nur in dieser Art zu erreichen, und viel leichter kann ein altes zerbrochenes Rad von der Axe und ein neues auf dieselbe gebracht werden.

3. Büchsen oder Axenlager.

Dieselben bestehen aus einem Ober- und einem Untertheile von Gußeisen, welche zusammengesetzt Fig. 86. a. in der Seitenansicht, und Fig. 86. b. in der Vorderansicht gezeigt sind. Der obere Theil enthält eine halbrund ausgedrehte messingene Büchse Fig. 90, welche auf dem Zapfen der Axe ruht, in welcher sich derselbe dreht. Diese Büchse, paßt mit ihrer kantig geformten Oberfläche in eine entsprechende Vertiefung des obern Lagers, wodurch sie verhindert wird, sich mit der Axe umzudrehen; und damit sie sich auch nicht seitwärts herausschieben kann, sind die beiden Vorsprünge c c Fig. 90 angegossen, welche ebenfalls in passende Vertiefungen eingreifen. Fig. 91. zeigt die Unteransicht eines Lagers ohne

die Büchſe, und Fig. 89 die mit der Büchſe. Die obere Anſicht Fig. 87. b. dieſes Lagers zeigt in der Mitte eine viereckige Vertiefung zur Aufnahme der Schmiere, welche durch das im Boden befindliche, durch die meſſingene Büchſe fortgeſetzte, runde Schmierloch der Axe mitgetheilt wird. Auf beiden Seiten dieſer Schmierbüchſe ſind zwei ſchmale Einſchnitte angebracht, in welche die Untertheile der die Feder umgebenden und haltenden Bügel eingreifen. Durch die aufliegenden Federn wird der Schmierbehälter, wie Fig. 86. a. zeigt, nicht ganz bedeckt; der weiter vorſpringende Theil wird durch eine ſchräge Klappe verſchloſſen, die ſich öffnen läßt, wenn neuer Vorrath von Schmiere in den Behälter eingebracht werden ſoll. Zur Vermeidung des Verluſtes an Schmiere, welche von der untern Fläche des Axenzapfens abtröpfeln würde, iſt die untere Büchſe angebracht, welche Fig. 87. a. in der Unter- und Fig. 87. b. in der Oberanſicht zeigt. Die Axe wird von der Höhlung dieſer untern Büchſenhälfte nicht erreicht, ſo daß auch keine Reibung zwiſchen beiden ſtattfindet. Letztere nimmt nur das abträufelnde Fett auf, welches, ſobald es ſich anſammelt, der Axe wieder mitgetheilt wird. Zur Abhaltung des Staubes und Schmutzes von den reibenden Theilen der Axe iſt die Büchſe hinten und vorn geſchloſſen, vorn durch das Uebergreifen der Stirnfläche des obern Lagers Fig. 86. a. und 86. b. hinten durch zwei verbundene halbkreisförmige Büchſen, welche ſich mit ihren Vorderflächen an das Ober- und Unterlager anſchließen, hinten über den vorſpringenden Theil der Nabe greifen. Dieſe Büchſen haben zugleich den Zweck, die Schmiere, welche dem Rad zugekehrt von der Axe abtröpfelt, aufzufangen und derſelben wieder durch einen Schmierring (eine kreisförmige blecherne Scheibe, welche auf die Axe geſchoben wird, und ſich mit dieſer in der Büchſe dreht) mitzutheilen.

4. Die Federn.

Die Druckfedern, von denen jede aus neun aufeinander gelegten, in der Mitte durch einen Bolzen verbundenen Stahl-

blättern von $3^3/_4$ Linien Stärke und $2^3/_4$ Zoll Breite beſteht, ſind 3 Fuß lang, 4 Zoll aufwärts gebogen, und werden durch zwei Bügel umfaßt, vermittelſt welcher ſie faſt mit dem Obertheil des Zapfenlagers vereinigt werden.

Jeder der erwähnten beiden Bügel endigt, wie Fig. 92 zeigt, unter einem Bolzen, der durch die Höhlung des Lagers geſteckt, unter demſelben mittelſt einer Schraubenmutter feſt angezogen werden kann. Dieſelben Bolzen dienen auch zur Verbindung der untern Büchſe mit der obern, indem die Verlängerungen derſelben (von kleinerm Durchmeſſer) durch die zutreffenden Löcher der untern Büchſe geſteckt und dieſe durch vorgeſchraubte Muttern in ihrer Lage erhalten wird. Die aufgebogenen Enden der Federn tragen den Rahmen, auf welchem der Wagenkaſten erbaut iſt, wobei die berührten Holzflächen durch untergelegte Eiſenplatten gegen den Angriff der Federn geſichert werden. Die Platten ſind auf beiden Seiten der Langbäume, wie die Fig. 84 und 85 zeigen, niedergebogen, ſo daß die Federn von den dadurch gebildeten Scheiden eingeſchloſſen und in beſtändig paralleler Lage mit der Längenaxe des Wagens gehalten werden.

Die Verbindung der Büchſen und Aren mit dem Körper des Wagens wird aber erſt durch die Fig. 98 gezeichneten Büchſenträgen bewerkſtelligt. Dies ſind Platten von $^1/_2$ Zoll ſtarkem Eiſen, welche mit ihrem $1^3/_4$ Fuß breiten Obertheil durch vier Schraubenbolzen an der äußern Seite der Langbäume befeſtigt werden. Der untere Theil dieſer Platten iſt mit einem $2^1/_2$ Zoll breiten, unten offenen, vertikalen Ausſchnitt verſehen, in welchem die Büchſe ſich mit ihrer Leitung d d Fig. 86. a. und 91 auf und nieder bewegen kann, wenn die Federn beim Fortrollen des Wagens in Schwingung gerathen. Die untern freiſtehenden Blätter des Büchſenhalters werden, zur Vermeidung von Biegungen, durch einen beweglichen Querſteg mit einander verbunden, ſo daß die Axenlager niemals die Leitung deſſelben verlieren können.

5. Die Bremſen.

Zur Aufhaltung eines Wagenzugs auf einem gewiſſen Punkt, oder zur Aufhebung der Beſchleunigung beim Niedergang deſſelben, auf ſo ſtark geneigten Bahnenſtrecken, wo die Wagen durch ihr eigenes Gewicht abwärts gehen, bedient man ſich der Bremſen.

Die Einrichtung derſelben iſt im Allgemeinen dieſelbe, und beſteht darin, daß mittelſt einer Hebelverbindung weiche Holzſtücke feſt gegen die Bahn der Wagenräder gedrückt werden, wodurch eine Reibung veranlaßt wird, welche die Umdrehung dieſer Räder zum Theil verhindert. Hieraus entſteht ein Gleiten derſelben auf den Schienen der Bahn, mithin eine ſtarke Reibung, welche auf eine Verzögerung in der Bewegung des Zuges wirkt. Werden z. B. an einem mit der Ladung 60 Zentner ſchweren vierräderigen Laſtwagen zwei Räder der Art gebremſt, daß ſie nur noch die halbe Drehung der ungebremſten machen, ſo iſt die Reibung $(\frac{1}{2} \cdot \frac{60}{2})$ $\frac{1}{6}$ Zentr., oder der dadurch hervorgebrachte Widerſtand iſt = 275 Pfd.

Eine Bremſe, die ſehr kräftig wirkt, wie ſie gewöhnlich bei den Paſſagierwagen angebracht wird, werden wir unten bei dem Munitionswagen beſchreiben. Dieſe Art Bremſen wirken gleichzeitig auf die Vorder- und Hinterräder und werden durch Schrauben geſtellt. Eine andere Art Bremſen werden wir auch noch bei den Kohlenwagen kennen lernen.

Bei den Güterwagen, welche nicht mit der Schnelligkeit der Perſonentransporte fahren, werden nur einfache Bremſen angewendet, wie Fig. 84 eine derſelben zeigt. Der an einem Winkelhebel gebolzte Holzklotz drückt nur gegen die Felge eines Rades, wenn der lange Hebelarm durch den Führer niedergedrückt und durch einen Vorſteckbolzen in dieſer Lage erhalten wird. Wenn die Bremſe nicht weiter wirken ſoll, wird der Vorſteckbolzen ausgezogen, der lange Hebelarm ſo hoch gehoben, bis das Rad nicht mehr vom

Holz berührt wird, und mittelst des Vorsteckholzens an einem höhern Punkt der durchlöcherten Scheide e e Fig. 84 festgehalten.

6. Verkuppelungen.

Die Verbindung der einzelnen Wagen, welche einen Zug bilden, mit einander, geschieht in der Regel durch kurze in einen Haken endigende Ketten, von welchen jede an dem hintern Ende der Zugstange k k Fig. 83 befestigt ist. Der Haken am Ende der Kette wird, wenn zwei Wagen zusammen gekuppelt werden sollen, in ein am hintern Ende der Zugstange des folgenden Wagens befindliches Loch eingeschlagen, so daß jeder Wagen durch die vorhergehenden gezogen wird, und ein aus Verbindungsstangen und Ketten bestehender eiserner Zugstrang ununterbrochen durch die ganze Wagenreihe läuft.

Beim Stillstehen der Maschine setzen die hintern Wagen ihre Bewegung noch fort, und stoßen desto stärker auf die andern, je mehr Geschwindigkeit der Zug vorher hatte. Der dadurch entstehende Stoß könnte nun sehr nachtheilig auf den ganzen Verband des Wagens wirken, wenn er nicht aufgefangen und unschädlich gemacht würde. Dieses Auffangen geschieht durch die über das Wagengestell hinaus verlängerten Langbäume, welche bei allen Wagen desselben Zuges genau in einerlei Höhe und Entfernung liegen, so daß die Stirnflächen gerade auf einander passen. Die Enden dieser Langbäume sind mit eisernen Bändern umgeben, um das Aufspalten des Holzes zu vermeiden; bei den Personen-Wagen sind dieselben außerdem noch auf der Stirn polsterartig verlängert, wodurch die Stöße noch wirkungsloser gemacht werden.

Ein für den Verband nicht minder nachtheiliger Ruck entsteht beim Anlassen der Maschine, indem die schlaff herunterhängenden Verbindungsketten plötzlich angezogen werden. Die dadurch den Wagen mitgetheilte Erschütterung hat man damit unschädlich zu machen gewußt, daß der Angriffspunkt

der Verkuppelungskette mit einer Feder in Verbindung gebracht wird, wie dieß am Munitionswagen und in einer andern Art in Fig. 107 dargestellt ist.

Bei den Personenwagen der Liverpool-Manchester-Bahn ist diese Feder unter der Mitte des Wagens angebracht, und mit derselben verschiedene Hebel, in der Figur 108 gezeichneten Art verbunden, so daß dieselbe nicht nur den Ruck beim Anziehen, sondern auf den Stoß beim zusammenfahren auffängt, und die den Wagen schädlichen, den Reisenden unangenehmen Erschütterungen ermäßigt.

7. Die Wagen zum Erdtransport.

Mit großem Vortheil werden schon beim Bau der Eisenbahnen die Transporte der Erde und Baumaterialien auf fliegenden Eisenbahnen bewerkstelligt. Die zu den Erdtransporten dienenden Wagen werden in sehr verschiedener Art konstruirt, kommen aber größtentheils darin überein, daß sie niedrige Räder haben, um das Beladen derselben zu erleichtern, und daß der Kasten derselben zum Aufkippen eingerichtet ist, um den Inhalt leicht ausstürzen zu können.

Die Fig. 103 bis 106 zeigen einen solchen Wagen im Grundriß und Längenprofil. Der Kasten besteht aus einem hölzernen Gestell mit Boden und Seitenwänden von starkem Eisenblech. Die vordere schmale Wand ist beweglich und wird in der Fig. 103 gezeichneten Art, während der Beladung und des Transports, verschlossen gehalten und geöffnet, wenn der Wagen entladen werden soll.

Unter dem Rahmen, auf welchem der Kasten gebauet ist, befinden sich zwei Längenbalken, an welche vier Axenlager geschraubt sind; die der Vorderräder sind mit einem Untertheil versehen, so daß die Axe ganz davon umschlossen ist, und den Drehpunkt des Wagens bildet; die hintern Lagen sind dagegen unten offen, und liegen ganz frei auf der Radaxe, so daß sie sich ohne weitere Vorbereitungen ausheben lassen, wenn der Kasten aufgekippt werden soll. Die beiden Axen, welche auf gewöhnliche Art in den Naben der Räder

feſtſitzen, ſind durch zwei Zugbäume mit einander verbunden, die an den Enden mit Ueberwürfen verſehen ſind, welche die Axen umfaſſen, und in welchen ſie ſich drehen.

Dieſe Wagen werden für den erwähnten Zweck ſehr geeignet gehalten, und ſind beim Bau der Eiſenbahn von London nach Birmingham in Anwendung gebracht.

8. Die Wägen zum Kohlentransport [1]).

Dieſe Wägen beſtehen aus Holz und ſind mit grauer Oelfarbe oder mit ſchwarzem Theer angeſtrichen. Ihre Dimenſionen ſind ſo, daß ſie gehäuft ohngefähr 60 Zentr. Steinkohlen faſſen. Die auf der Stocktondarlington Eiſenbahn angewendeten ſind oben im Lichten 6 Fuß 4 Zoll Rheinl. lang, 4 F. 8 Z. breit und 3 F. 4 Z. tief, unten haben ſie jedoch nur 2 F. 7 Z. Länge und 3 F. 2 Z. Breite, und ſind der Länge nach ſo abgeſtumpft, daß der 6 F. 4 Z. lange Theil des Wagens 10 Zoll tief iſt; außerdem iſt derſelbe mit 7 Zoll hohen Aufſetzbrettern verſehen. In Form und einzelnen Dimenſionen finden einige unweſentliche Verſchiedenheiten ſtatt; einer der gewöhnlichſten Wagen iſt Fig. 109. a, b, c, gezeichnet.

Dieſe Wagen beſtehen aus zwei Geſtellbäumen von 8 Fuß Länge, $4\frac{1}{2}$ Zoll Höhe und $3\frac{1}{2}$ Zoll Stärke, welche durch 4 Querriegel von 3 F. 2 Z. Länge, $3\frac{1}{2}$ Z. Breite und $2\frac{1}{2}$ Z. Stärke mit einander verbunden ſind. An ihnen ſind die Pfannen für die Axen angeſchraubt, ſo daß die Radmittel $38\frac{1}{2}$ Zoll von einander entfernt liegen. Auf der langen Seite ſind 4 Ständer $38\frac{1}{4}$ Z. hoch, $2\frac{3}{4}$ Z. breit und 2 Zoll ſtark in den Geſtellbäumen eingezapft, welche oben durch ein Paar Bäume von $2\frac{1}{2}$ Zoll Quadrat zuſammen verbunden ſind. Auf dieſen ſind die Aufſatzbretter aufgerichtet. An der kurzen Seite befinden ſich ebenfalls noch zwei Ständer, welche oben und unten in den Querriegeln eingelaſſen ſind. Inwen-

---

[1]) Nach v. Oeynhauſen und v. Dechen in Karſten's Archiv für Bergbau und Hüttenweſen, XIX. 60 ꝛc.

dig iſt dieſes Gerippe mit einzölligen Brettern belegt. Die obern und untern Bäume ſind noch durch eiſerne Anker mit einander verbunden. An den Enden ſind die Geſtellbäume noch mit Holz verſtärkt und mit eiſernen Beſchlägen verſehen, auch auf jeder Seite mit den nöthigen Haken zum Anſpannen der Pferde oder zum Verkuppeln mit dem Dampf- und mit andern Laſtwagen, vorgerichtet.

Um ihnen mehr Haltbarkeit zu geben, geht oben im Innern eine eiſerne Kette über den Wagen.

Der ganze Boden des innern Raums, der Länge nach 2 F. 7 Z., der Breite nach 3 F. 2 Z., wird von einer nach unten ſich öffnenden Thüre gebildet, welche mit zwei ſtarken, eiſernen Bändern in Gehängen liegt. Dieſe bilden auch an der Seite Oeſen, welche durch zwei kleine, an dem Geſtellbaume hängende Laſchen geſteckt werden. Durch die Oeſen ſelbſt liegt quer durch ein Bolzen, welcher an einer kleinen Kette befeſtigt iſt. Sobald dieſer Bolzen herausgezogen wird, und die Laſchen aufgehoben werden, ſo ſchlägt die Thüre auf und die ganze Ladung des Wagens ſtürzt theils ſelbſt heraus, theils läßt ſich dieſelbe ſehr leicht herausziehen. Das Entladen der Wagen geſchieht auf Ausladebühnen, wo die Maſſen durch die offenen Räume des Schienenweges auf die Niederlagplätze fallen. Eben ſo geſchieht das Beladen dieſer Wagen auf eine ähnliche Art auf den Kohlengruben und Kalköfen.

Man hat auch Wagen, an denen ſich die Thüre auf einer der langen Seiten befindet; man findet dieſelben aber nicht ſo dauerhaft.

An jedem Ende des Wagens befindet ſich in der Mitte eine an zwei Querriegeln geſchraubte ſtarke eiſerne Schiene, Fig. 109. c., welche an dem Ende ein rundes Loch hat. Dieſe dient zur Verkuppelung des Wagens mit mehreren andern, wozu noch die eiſerne Klammer von 14 Zoll Länge, Fig. 110 und der Vorſteckling Fig. 111 gehören. Dieſe Verkuppelung iſt bei weitem beſſer, als diejenige, welche mittelſt Ketten, an dem Anſpannhaken hervorgebracht wird, indem ſie eine

steife Verbindung zwischen zwei Wagen bildet, und verhindert, daß dieselben gegen einander stoßen können. Dieser Umstand ist besonders wichtig für den Wagenwärter, der sich gern zwischen zwei Wagen auf den Vorsprung eines der Wagen stellt, und bei der Verkuppelung mit Ketten leicht Gefahr läuft, beschädigt zu werden.

Um auf den geneigten Ebenen die Wagen an dem Seil schnell befestigen, und auch eben so schnell wieder ablösen zu können, bedient man sich der Fig. 112. a, b, dargestellten Vorrichtung, die aus einem schmiedeeisernen Verkuppellungsstücke besteht, welches an dem Seil befestigt ist, das sich in eiserne Kette endigt (a). Es ist eine Art von Zange, die von unten in den letzten Ring der Kette greift und durch einen Haken festgestellt wird, der sich nur öffnen kann, wenn er los gehakt wird. Das Oeffnen geht außerordentlich schnell; der Haken wird los gemacht und an seinem Handgriff heruntergedrückt, wodurch sich der untere Theil der Zange öffnet und die Kette am Seilende von selbst hinfällt und den Wagen frei läßt.

Zuweilen bestehen die Wagenkasten aus Eisenblech, wie z. B. beim Kalk, der häufig warm versendet wird, und auf der Kohlengrube Whingill bei Whitehaven in Cumberland werden Wagen mit gußeisernen Fördergestellen benutzt, auf welche die von Weiden geflochtenen Körbe gestellt werden, die einen eisernen Bügel und Bodenschiene haben, 11 Ztr. Kohlen enthalten, und zugleich als Schachtfördergefäß gebraucht werden.

Die Räder bestehen aus Gußeisen, die auf schmiedeeisernen Aren festgekeilt sind und deren Kränze hartgegossen (casehardened e.) ist. Die Vorrichtung zum harten Guß dieser Räder geht aus der Abbildung Fig. 113. a, b, c, d, hervor. Fig. 113. a, b, ist ein gußeiserner Ring (case), unten $1^3/_4$ Zoll dick, $4^1/_4$ Zoll hoch, 30 Zoll Durchmesser im Lichten. Die innere Fläche desselben ist genau nach der äußern des Rades ausgedrehet und wird mit Fischöl oder mit einer Mischung von Fischöl und Graphitpulver bestrichen,

damit das flüſſige Eiſen nicht daran feſthält. Der gußeiſerne Ring iſt mit zwei ſchmiedeeiſernen Bändern umgeben, weil er durch die Hitze häufig ſpringt. Dieſer Ring wird flach auf die Hüttenſohle gelegt und das Rad mit Formſand ausgeformt, indem das hölzerne Modell des Rades, welches den gußeiſernen Ring im Innern unmittelbar berührt, hingelegt wird. Wird dann das Modell herausgenommen, ſo bildet der gußeiſerne Ring die Wand, gegen welche der Kranz des Rades ſich abkühlen muß. Hierauf wird der obere Theil der Form gehitzt, welcher aus einem gewöhnlichen eiſernen Kaſten beſteht (Fig. 113, c, d). Derſelbe bildet einen niedrigen Cylinder mit 6 oder 8 Speichen und einem Polygon in der Mitte, zwiſchen die noch Drath eingeflochten wird, damit der Formſand hält. Zwei Oeffnungen dienen zum Eingießen des Eiſens. Vier Zapfen dienen, den Deckel mittelſt eines Krahns auf- und abſetzen zu können. Zwei Zapfen entſprechen den Stellen des gußeiſernen Ringes, wo zwei Leitungsſtückchen aufgeſchraubt ſind, zwiſchen denen dieſe Zapfen einpaſſen, damit der Deckel auf dem Ringe feſtliegt, ſo wie ſolches Fig. 113, d darſtellt. Durch die beiden Eingüſſe wird zu gleicher Zeit Eiſen eingegoſſen, jedoch muß das Eiſen nicht zu hitzig und grau ſeyn. Ein hartes Rad zeigt auf dem Bruche, an der äußern Seite des Kranzes einen weißen Ring, von einem eigenthümlichen ſtrahligen Gefüge, der oft $\frac{1}{2}$ Zoll tief eindringt, während das Innere des Rades gewöhnliches graues Roheiſen iſt. Die äuſſere Oberfläche des Kranzes iſt glatt genug, ſo daß ſie nicht weiter abgedreht zu werden braucht.

Die Bremsvorrichtung iſt bei dieſen Steinkohlenwagen anders, als die weiter oben beſchriebene. Sie kann zwei Räder zu gleicher Zeit hemmen, welches bei ſtark abfallenden Theilen den Bahnen nöthig iſt: Dieſe Bremſe, Fig. 114, a, b beſteht aus einem ſchmiedeeiſernen Arme, der ſich um einen, an dem Wagen befindlichen Zapfen dreht, der ſich in der Mitte zwiſchen den Mittelpunkten zweier Räder befindet. An dieſem eiſernen Arm iſt ein Holzklotz

befeſtigt, an dem zwei Wangenſtücke von weichem Holz angebracht ſind, die, wenn der Bremsarm herabgedrückt wird, ſich an die zwei an einer Seite des Wagens befindlichen Räder, bei dem einen über dem Mittelpunkte, bei dem andern unter demſelben, anlegen, und dadurch dieſe beiden Räder hemmen. Wenn die Bremſe nicht gebraucht wird, ſo iſt der Handgriff derſelben in einem an dem Wagen befindlichen Ring oder Haken eingelegt; während des Bremſens aber muß ein Mann auf den Handgriff mehr oder weniger ſtark drücken.

9. Wagen zum Perſonen-Transport.

Ueber dieſe können wir hier nur wenig bemerken, da die Einrichtung der Geſtelle der Perſonenwagen ſchon weiter oben beſchrieben worden iſt, die Kaſten aber im Allgemeinen wie die der gewöhnlichen Perſonenwagen eingerichtet ſind. Es giebt nach der Größe, Bequemlichkeit und Eleganz verſchiedene Arten ſolcher Wagen, die aber ſämmtlich auf Druckfedern ruhen.

10. Mittel zum Auf- und Abladen [1]).

Da die Zahl der Wagen auf einer Eiſenbahn immer beſchränkt iſt und eine richtige Vertheilung der Wagenzüge an den Auf- und Abladeſtellen immer ihre Schwierigkeiten hat, ſo iſt es von großer Wichtigkeit, daß die Waaren ꝛc. ſehr raſch ſowohl auf- als abgeladen werden können, damit die Wagen ſo wenig als möglich an denjenigen Punkten ſtill ſtehen, wo ſie nichts zu leiſten vermögen. Um dieſes Reſultat zu erlangen müſſen die Waaren ꝛc.

1) ſo leicht als möglich auf- und abzuladen ſeyn;

2) in großen Quantitäten verſandt werden können, um nicht verſchiedene Arten von Wagen, wie ſie ſich für jede beſondere Art der Waaren eignen, herbeiſchaffen zu müſſen;

---

1) Aus Ed. Biot's Werk „über die Anlegung und Ausführung aller Arten von Eiſenbahnen ꝛc." A. d. Franz. v. Schmidt. Weimar 1835.

3) müſſen die Auf- und Abladeſtellen mit zweckmäßigen Maſchinen verſehen ſeyn, um dieſe beiden Operationen zu erleichtern.

Die verſchiedenen Arten des Transports auf einer Eiſenbahn laſſen ſich hinſichtlich ihres leichten Auf- und Abladens auf folgende Weiſe klaſſificiren:

1. Perſonen, die ſich ſelbſt auf- und abladen.

2. Steinkohlen, deren Auf- und Abladen ſich leicht bewerkſtelligen läßt.

3. Kalkſtein. Derſelbe läßt ſich zwar ebenfalls leicht aufladen, aber ſeine weit härtern Kanten und Ecken beſchädigen die Wagen beim Abladen.

4. Baumwolle, Wolle, Getreide u. ſ. w. in Säcken.

5. Guß- und Schmiedeeiſen, Quader- und Backſteine, ſo wie andere Artikel, deren Auf- und Abladen entweder wegen ihrer Laſt oder wegen ihres großen Volums mehr Zeit in Anſpruch nimmt.

Steinkohlen können in großen Quantitäten transportirt werden, ſo daß das Aufladen derſelben einer beſtimmten Anzahl von Arbeitern eine ziemlich regelmäßige Beſchäftigung geben kann, wenn ſie die Kohlen in Säcken von den Magazinen bis auf die Eiſenbahnwagen ſchaffen. Jedoch iſt es weit vortheilhafter, von den Steinkohlengruben Nebenbahnen bis zur Hauptbahn zu führen, auf welchen dann der Transport der Steinkohlen bewirkt wird, wie es an mehreren Punkten in England der Fall iſt. Liegt die Mündung des Förderſchachts oder der Förderſtrecke der Steinkohlengruben höher als das Niveau der Eiſenbahn, ſo ſtürzt man die Kohlen aus den Fördergefäßen auf eine ſchräge Bühne, die von Brettern konſtruirt iſt und die Kohlen unmittelbar in die Eiſenbahnwagen rutſchen läßt; oder die Bahn führt bis dicht unter die Mündung der Grube und die Fördergefäße werden unmittelbar in die Bahnwagen entleert, oder auf dieſelben geſetzt und auf dieſe Weiſe weiter transportirt, wie weiter oben bei Fig. 93 und 95 bereits bemerkt worden, indem dadurch die Zerkleinerung der Steinkohlen möglichſt vermieden wird. Die Ein-

richtung mit einer ſchiefen Fläche von der Grube zur Bahn hat man an einigen Punkten Englands dazu benutzt, um die verſchiedenen Qualitäten der Steinkohlen, mittelſt einer Art von Roſt von einander zu ſondern. Dieſe Abſonderung wird an andern Orten mit der Hand bewerkſtelligt und erfordert viel Zeit und Sorgfalt, wodurch ſie ſehr koſtſpielig wird. Jedoch kann man das Sortiren der Steinkohlen nicht gut entbehren, da ein großer Unterſchied in dem Verkaufspreiſe der Kohlen aus einer und derſelben Grube, je nachdem die Stücke groß oder klein ſind, exiſtirt. Die kleinen oder Gruskohlen (Steinkohlenklein), die obendrein häufig mit Erde ꝛc. vermengt ſind, haben gewöhnlich nur einen geringen, oft aber auch gar keinen Werth.

Je nach dem Werthe, den der Käufer auf die Größe der Stücke legt, muß man die Steinkohlen bei den verſchiedenen Manipulationen, die ſie während ihres Transportes von der Grube bis zu dem Ort, wo ſie verkauft werden, erfahren, mehr oder weniger ſorgfältig behandeln. Werden z. B. Steinkohlen auf einer Eiſenbahn bis an einen Fluß, oder bis an eine Meeresküſte transportirt, wo ſie an Bord genommen werden ſollen, ſo ſind dieſelben ſo ſanft wie möglich vom Wagen in das Fahrzeug abzunehmen, welches ſie aufnehmen ſoll.

Dieſe Operation iſt wegen der Höhe, welche die Eiſenbahnen über dergleichen Einſchiffungspunkten haben müſſen, um ſich außer dem Bereiche der Fluth zu befinden, nicht ganz ohne Schwierigkeiten. Wenn die Steinkohlen ſchon in kleinen Stücken ſind und man eine fernere Zerkleinerung derſelben nicht ſehr fürchtet, ſo begnügt man ſich, unter der Fallthür der Verpfählung, wo die Eiſenbahn endigt, eine ſchiefe Fläche aus Bohlen anzulegen, auf welcher die Steinkohlen ins Fahrzeug hinabgleiten.

Wir theilen hier die Beſchreibung einiger Ausladema-ſchinen mit, wie ſie auf den Niederlagen (Coal Staith e.) am Wearfluſſe bei Sunderland vorhanden ſind [1]). Die Ufer

1) Siehe v. Oeynhauſen und v. Dechen in Karſten's Archiv XIX. 90 ꝛc. Dieſelben theilen auch auf Taf. VI. eine Abbild. mit.

dieſes Fluſſes ſind dort ſehr ſteil und faſt ſenkrecht, mehr als 50 Fuß tief eingeſchnitten; zwiſchen denſelben und dem Fluſſe iſt nur ein ſchmaler flacher Raum.

Die Waſſertiefe des Fluſſes iſt bedeutend, ſo daß Schiffe von anſehnlicher Ladungsfähigkeit ziemlich dicht an das Ufer gelangen können. Die Schienenwege von Hetton und von den andern hierher-fördernden Gruben, kommen das Thalgehänge 50 bis 60 Fuß hoch mit Bremsbergen [1]) herunter, bis 30 bis 40 Fuß über dem Waſſerſpiegel des Fluſſes. An dem Ende dieſer Schienenwege, dicht am Ufer, ſind die Maſchinen zum Verladen der Kohlen in die Schiffe erbauet.

Dieſelben haben zwar verſchiedene Einrichtungen, ſtimmen jedoch im Weſentlichen mit einander überein. Es werden durch dieſelben die auf dem Schienenwege herabkommenden, 1 Chaldron (= 52 preuß. Zentr.) haltenden Wagen bis ſenkrecht unmittelbar über die Schiffe gehoben und daſelbſt durch Oeffnen der Thüre im Boden des Wagens entladen. Beim Niedergehen ziehen die vollen Wagen ein Gegengewicht in die Höhe, wodurch der leere Wagen wieder bis auf die Sohle des Schienenwegs gehoben wird. Beim Verladen der Kohlen aus den verdeckten Magazinen in die Schiffe, bedient man ſich derſelben Wagen und derſelben Ausladem aſchinen.

Beſonders ſind drei dieſer Maſchinen durch das Sinnreiche ihrer ganzen Anordnung ausgezeichnet und verdienen daher eine genauere Beſchreibung. Die einfachſte derſelben beſteht aus einem 36 Fuß hohen Hebelgerüſt, an deſſen unterm Ende ſich eine 18 bis 19 Fuß lange hölzerne Axe befindet, welche ſich auf zwei eiſernen Lagern, die mit Bügel verſehen ſind, drehen kann. Die Axe iſt 1 Fuß Quadrat, die Haupthebel des Gerüſtes 8 bis 10 Zoll; dieſelben ſind mit Streben und Querriegel befeſtigt. An dem obern Ende liegt eine eiſerne 3 bis 4 Zoll ſtarke Axe in dieſen Hebeln, an welchen mittelſt 4 eiſernen, 1 Zoll ſtarken Stäben eine Platt-

1) Was man unter einem Bremsberg verſteht, wird im 7ten Kapitel näher erklärt werden.

form aufgehängt ist, die etwa wie eine Wagschale daran schwebt. Diese Plattform besteht aus einem Gerüst von starkem Holze, ist 8⅓ Fuß lang und mit einem Schienenweg belegt. Wenn das Hebelgerüst aufgerichtet ist, so hängt diese Plattform gerade vor dem Ende des auf einem Gerüst bis zu diesem Punkte verlängerten Schienenweges und bildet die Verlängerung desselben. Diese Plattform kann mittelst einer Klammer an dem Schienenwege befestigt werden, so daß ein Wagen auf dieselbe gefahren werden kann; vorn liegt ein Querriegel davor und hinten wird der Wagen durch einen Stellbaum vor dem Abgleiten gesichert. Das Hebelgerüst wird nun durch eine Vorrichtung nieder gelassen, beschreibt einen großen Bogen, während der Wagen auf der Plattform gerade niederhängt und so bis auf das Schiff nieder gelassen wird. Ein Mann, der über dem Wagen steht, öffnet die Thür im Boden, die Kohlen fallen ins Schiff nieder und die Plattform mit dem leeren Wagen steigt wieder in die Höhe vor dem Schienenwege, so daß der leere Wagen abgefahren werden kann. Die Vorrichtung zum Niederlassen und Aufziehen des Hebels befindet sich über dem Ende des Schienenwegs. An der eisernen Axe, woran die Plattform hängt, befinden sich zwei gußeiserne Seilscheiben, worüber ein flaches Seil liegt, dessen eines Ende an dem Gerüst befestigt ist; das andere führt über eine Leitungsrolle nach zwei Scheiben auf einer gußeisernen (10 Zoll im Durchmesser haltenden) Axe, an der sich außerdem noch zwei kleinere Seilscheiben für das Gegengewicht und ein großes Zahnrad von 124 Zähnen und 7½ Fuß Durchmesser befinden. Dieses greift in ein kleines Getriebe von 28 Zähnen, an dessen Axe sich ein Bremsrad befindet. Dasselbe hat 8 Fuß Durchmesser, ist von Gußeisen, mit einem Holzfutter belegt und hat eine hölzerne, etwa ⅝ der Peripherie umfassende Bremse. Das Gegengewicht besteht aus einer Kette, an der in angemessenen Entfernungen Gewichte angehängt sind, welche zum Theil, wenn der Hebel aufgerichtet ist, auf dem Boden eines kleinen Schachtes liegen, und also nicht wirken; sobald als der

Hebel aber ſinkt; und die Ueberwucht des vollen Wagens immer größer wird, ſo heben ſich die Gewichte von der Sohle des Schachtes auf und vermehren in demſelben Maaße das Gegengewicht, ſo daß die Bremſe im Ganzen wenig zu thun hat, indem der Wagen mit dem Gegengewicht in demſelben Verhältniſſe bleibt und nur die zu ſeiner Bewegung erforderliche Ueberwucht behält. Sobald nun der Ladung über 70 Zentr. wiegende Wagen leer wird, und alſo nur noch 18 bis 20 Zentr. wiegt, ſo haben die Gegengewichte Ueberwucht und der Hebel mit dem Wagen wird wieder in die Höhe gezogen, wobei die Gegengewichte in demſelben Maaße abnehmen, in dem ſie ſich auf der Schachtſohle niederlegen. Der Wagen erhält durch dieſe Vorrichtung eine Bewegung von 31 Fuß nach der horizontalen und von 26 Fuß nach der ſenkrechten.

Die zweite dieſer Vorrichtungen hat manches Aehnliche mit der erſtern. Dieſelbe beſteht aus einem langen, in gutem Holzverbande konſtruirten Hebelgerüſt, deſſen oberer Arm 38, der untere 19 Fuß lang iſt, der auf einer ſtarken, hölzernen Axe ſitzt, die ſich in eiſernen Bändern dreht. An dem obern Ende dieſes Hebels befinden ſich zwei eiſerne Seilſcheiben, über welche flache Seile laufen, deren eines Ende an einem Querbalken des Gerüſtes befeſtigt iſt. Das andere Ende dieſer Seile geht über zwei Leitungsrollen nach einem Seilkorb, wo dieſelben auf zwei Bobinen aufgewickelt werden. An derſelben Axe befinden ſich zwei Bremsräder mit hölzernen Bremſen, deren Zug bis nach der Ausſtürzbühne geht, ſo daß der Arbeiter von hier aus das Bremſen verrichten kann. In der Mitte zwiſchen beiden Bremsrädern befindet ſich eine koniſche Trommel, auf der ſich ein Gegengewicht entwickelt, wenn der Hebel mit dem vollen Wagen nieder gelaſſen wird.

Durch das Aufwickeln auf eine koniſche Trommel vermehrt ſich der Halbmeſſer, an dem dieß Gegengewicht wirkt, in demſelben Maaßſtabe, wie der Hebel ſinkt, oder an reſpektiver Schwere zunimmt. Wenn der Kohlenwagen in das Boot ausgeleert worden, ſo hebt ſich durch dieſes Gegenge-

wicht der Hebel wieder von selbst in die Höhe, und die Wirkung dieses Gewichts nimmt wieder in demselben Maaßstabe ab, wie der Hebel steigt, und daher weniger Kraft zum Heben desselben erforderlich ist. Die Plattform, auf welche die auszuladenden Kohlenwagen gestellt werden, ist der zuerst beschriebenen ganz ähnlich. Wenn der volle Wagen auf dieselbe gestoßen wird, so ist sie durch zwei eiserne Klammern mit dem Gerüst verbunden; diese beiden Riegel werden alsdann umgedreht und durch vorgesteckte Pflöcke befestigt, so daß sie den Wagen verhindern, von der Höhe zu gehen.

Durch ein an dem untern Ende des Hebelgerüstes angebrachtes Gegenwicht, ist das eigene Gewicht desselben in jeder Lage balancirt.

Unmittelbar vor dieser Ausstürzbühne ist ein Bremsberg, auf dem die Wagen ebenfalls mit einem Gegengewicht herunter gebremst, und die leeren Wagen dann durch dasselbe wieder in die Höhe gezogen werden.

Die Höhe des Bremsberges beträgt etwa 25 Fuß, welches die Höhe des bedeckten Magazins ist, in dem die Kohlen aufbewahrt werden, wenn sie nicht gleich verschifft werden können. Das Bremsrad befindet sich an einer Trommel, auf der ein Seil läuft, durch welches der Wagen herabgelassen wird.

Auf einem andern Trume derselben Trommel wickelt sich das Seil auf, an dem das Gegenwicht wirkt. Um den Weg desselben abzukürzen, ist das andere Ende dieses Seils an dem Gerüst befestigt und über eine Leitungsrolle geführt. Das Gewicht hängt an einer losen Rolle wie an einem Flaschenzug, so daß das Seil doppelt so lang aufgewickelt werden muß, als der Weg des Gegengewichts beträgt.

Mit dieser sehr bequemen Ausladevorrichtung können durch 2 Mann in einer Stunde 48 Chaldrons = 2544 Ztr. verladen werden.

Die dritte Art dieser Vorrichtung weicht mehr von den beiden andern ab; es ist ebenfalls ein Hebelgerüst, dessen oberer Arm 24 Fuß, dessen unterer Arm 15 Fuß lang ist. Die

obere Vorrichtung der Plattform iſt genau wie an den vorherbeſchriebenen Maſchinen. An dem untern Ende befindet ſich ein ſehr bedeutendes Gegengewicht, welches nicht nur dem Hebel ſelbſt, ſondern auch dem beladenen Wagen, ſo weit es nothwendig iſt, in jeder Stellung beim Niederlaſſen das Gleichgewicht hält, und den leeren Wagen wieder in die Höhe zu heben im Stande iſt. Zugleich befinden ſich unten an dem Hebel zwei gezahnte Quadranten, aus einzelnen Stücken von Gußeiſen zuſammengeſetzt, welche in zwei kleine Getriebe, die ſich an einer Axe befinden, eingreifen. An derſelben befindet ſich auch ein Bremsrad, wodurch die Geſchwindigkeit des Hebels beim Auf- und Niederlaſſen beſtimmt wird. Um nun auch ſonſt den Hebel in jede Lage bringen zu können, dient ein großes Zahnrad an der vorbenannten Axe, worin ein kleines Getriebe eingreift, an deſſen Axe ſich zwei Kurbeln befinden. Dieſe Vorrichtung ſteht unter dem Gerüſte, worauf das Ende des Schienenwegs liegt, in einem bedachten Raum, ſo daß von außen nur der ſich hin und her bewegende Hebel geſehen werden kann.

Sechstes Kapitel.

Von den Dampfwagen.

Die gewöhnlich auf Eiſenbahnen in Anwendung kommenden bewegenden Kräfte ſind: 1) Pferde, über deren Wirkung wir ſchon im zweiten Kapitel dieſes Werks das Nöthige geredet haben; 2) Dampfwagen (bewegliche oder ortsverändernde Dampfmaſchinen, Locomotive, Remorqueur fr., Locomotive engine, engl.) welche Gegenſtand dieſes Kapitels bilden werden; 3) die Schwerkraft und 4 feſtſtehende Dampfmaſchinen, von denen wir in den folgenden Kapiteln reden werden.

Ehe wir zu der Beſchreibung der Dampfwagen in der jetzigen vollkommneren Form übergehen, müſſen wir zuvörderſt eine Reihe von geſchichtlichen Betrachtungen über dieſe wichtige Erfindung anſtellen, wobei wir Dr. Lardner [1]) folgen. Wir bemerkten ſchon mehrmals in dieſem Werke, daß in England Kapital und Kunſtfertigkeit in neueſter Zeit mit ungemeiner Thätigkeit auf die Verbeſſerung des Binnenverkehrs verwendet worden, nnd dieſer wichtige Hebel der Volkswohlfahrt und der Civiliſation hat dadurch eine bedeutende Kraft erlangt. Man erblickt jetzt Wirkungen, welche man, wären ſie vor wenigen Jahren genannt worden, nur für Träume gehalten haben würde. Wer hätte es für möglich gehalten, eine ſchwere eiſerne Maſchine, mit mehreren hunderten Reiſenden beladen, mit einer bedeutenden Laſt von Waſſer und Steinkohlen, auf der Straße von Mancheſter nach Liverpool, eine Strecke von 30 engliſchen Meilen in einer Stunde durchfliegen zu ſehen? Dieß ſieht man jetzt täglich, ja ſtündlich. Und doch iſt die Straße, auf welcher wir dieſes Wunder ſehen, keineswegs die günſtigſte für die Leiſtungen ſolcher Maſchinen. Sie hat eine wellenförmige Fläche und Unebenheiten, welche die Geſchwindigkeit weit mehr vermindern, als es bei ähnlichen Ungleichheiten auf einer gewöhnlichen Heerſtraße der Fall ſeyn würde. Die hier erreichte Geſchwindigkeit iſt nicht weniger wunderbar, als das Gewicht der fortgeſchafften Laſten. Was ſie in dieſer Hinſicht leiſtet, überſteigt weit die Bedürfniſſe ſelbſt der beiden größten Handelsplätze Großbritaniens. Laſten von 50 bis 150 Tonnen werden 15 Meilen weit in einer Stunde fortgeſchafft; aber die Dampfwagen ſind in dieſem Falle unter dem Maße ihrer Leiſtungskraft beladen, und einmal wurde eine Laſt von 230 Tonnen mit einer Geſchwindigkeit von 12 Meilen auf die Stunde fortgeſchafft.

---

[1]) Die Dampfmaſchine faßlich beſchrieben und erläutert, insbeſondere in ihrer praktiſchen Anwendung auf Eiſenbahnen und Dampfſchifffahrt ꝛc. Nach der 5ten Aufl. a. d. Engliſchen. Leipzig 1836, S. 133 ꝛc.

Das Erſtaunen, das ſolche Leiſtungen erregen, würde ſich vermindern, wenn die Kunſt der Dampffahrt auf Eiſenbahnen ſchon zu ihrer Reife gelangt wäre, und jene Vollkommenheit erreicht hätte, deren eine ſolche Kunſt immer fähig iſt, wenn lange Erfahrung, umfaſſende wiſſenſchaftliche Kenntniſſe und unermeßliche Geldmittel ihr zu Hülfe kommen. Aber dieß iſt hier nicht der Fall. Die Kunſt, Dampfwagen zu bauen, iſt noch ſo wenig zu ihrer Reife gekommen, daß ſie noch nicht einmal aus dem Zuſtande der Kindheit getreten iſt. Die Leiſtungskraft der Dampfwagen war vor der Eröffnung der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter ſelbſt unter Männern vom Fache ſo wenig bekannt, daß man die Fortſchaffung ſchwerer Güter als den Hauptgegenſtand der Unternehmung und als die Hauptquelle der zu erwartenden Einkünfte betrachtet. Die unglaubliche Geſchwindigkeit der Fortſchaffung, die ſelbſt bei dem erſten Verſuche im Jahre 1830 erlangt wurde, wirkte auf das Publikum und ſelbſt auf wiſſenſchaftlich gebildete Männer wie eine neue unerwartete Erſcheinung. Die Einnahme, welche die Eiſenbahn ſeit ihrer Eröffnung von Reiſenden erhielt, betrug gegen alle Erwartung beinahe doppelt ſo viel, als die Wagenfracht. Man war in dem Baue der Dampfwagen ſo unerfahren, daß die Unternehmer anfänglich in Zweifel waren, ob ſie große, auf verſchiedenen Punkten der Bahn aufgeſtellte Dampfmaſchinen aufſtellen ſollten, um die Wagen von Station zu Station zu ziehen, oder ob bewegliche Maſchinen nützlicher wären, die Ladung auf der ganzen Bahnlinie fortzuſchaffen. Als ſie ſich zur Anwendung beweglicher Maſchinen entſchloſſen hatten, mußten ſie bis auf dieſen Augenblick mit den Nachtheilen des Mangels an jener Kenntniß kämpfen, welche allein die Erfahrung zu geben vermag. Man hat die Maſchinen ſtets hinſichtlich ihrer Schwere und ihrer Verhältniſſe, ihrer Größe und ihrer Geſtalt vermindert, wie es die Erfahrungen jedes Monats an die Hand gaben. Zeigten ſich Mängel, ſo ward ihnen abgeholfen, vorgeſchlagene Verbeſſerungen wurden ausgeführt und überall Maſchinen

von ſolcher Leiſtungskraft verfertigt, daß man die ältern aufgab, nicht weil ſie abgenutzt, ſondern weil ſie durch den raſchen Fortſchritt der Verbeſſerungen zurückgedrängt waren. Dazu kommt, daß bis jetzt nur eine Art von Dampfwagen erprobt worden iſt; die Leiſtungsfähigkeiten anderer müſſen ſich aber erſt entwickeln, und ſelbſt diejenige Form von Maſchinen, mit welchen man ſo viele Verſuche im Großen gemacht hat, um ſie zur Vollkommenheit zu bringen, ſind noch weit von dieſem Punkte entfernt und haben Mängel, von denen viele, wie ein Jeder einſehen wird, durch Zeit und Erfahrung abgeholfen werden. Wenn nun mit Dampfwagen, die alle Unvollkommenheiten einer jungen Erfindung haben, die der gewöhnlichen Vortheile einer vollen Anwendung der Kunſtfertigkeit und Geldmittel des Landes entbehren, und nur erſt in einem große Verſuche erprobt worden ſind, bereits die von uns angegebenen Wirkungen erlangt wurden, was läßt ſich nicht von dieſer außerordentlichen Kraft erwarten, wenn der Unternehmungsgeiſt dieſes Landes entfeſſelt ſeyn, wenn ein größeres Feld der Erfahrung ſich geöffnet haben wird, wenn Zeit, Erfindungsgeiſt und Geldmittel die jetzigen Unvollkommenheiten entfernt und neuere und wirkſamere Principien an das Licht gebracht haben werden? Dieß iſt nicht blos ein Grübeln über Möglichkeiten, ſondern es iſt eine Ausſicht, welche uns wirkliche Fortſchritte näher führen. Es werden Eiſenbahnen zwiſchen den bedeutendſten Punkten des Verkehrs in dem vereinigten Königreiche angelegt, und Dampfwagen für Heerſtraßen vorbereitet, da die Ausführbarkeit und Nützlichkeit dieſer Anwendung die Dampfmaſchine nicht nur durch Verſuche für die Unternehmer genügend bewährt, ſondern auch durch Unterſuchungen eines von dem Parlamente ernannten Ausſchuſſes erwieſen worden ſind.

Die für den Handel und die politiſchen Verhältniſſe wichtigen Wirkungen einer ſolchen vermehrten Erleichterung und Geſchwindigkeit in der Fortſchaffung von Gütern und Perſonen, fallen zu ſehr in die Augen, als daß ſie hier einer umſtändlichen Darſtellung bedürften. Ein, oft bedeutender,

Theil des Preises aller Bedürfnisse und Luxusartikel besteht in der Fortschaffung derselben von den Producenten zu dem Verzehrer und daher muß jede Verminderung oder Ersparung dieser Kosten eine Herabsetzung des Preises aller fortgeschafften Gegenstände herbeiführen, d. h. aller Dinge, die für den Lebensunterhalt der Armen, oder für den Genuß des Reichen nöthig sind. Die wohlthätigen Wirkungen dieser Herabsetzung werden sich nicht blos auf den Verzehrer, sondern auch auf den Erzeuger erstrecken. Durch die Verminderung der Fortschaffungskosten, sey es bei den Erzeugnissen des Bodens, oder des Webestuhls, wird eine geringere Menge solcher Erzeugnisse angewendet werden müssen, um das Uebrige auf den Markt zu bringen und der Producent wird daher einen größern Lohn für seine Arbeit haben. Der Ackerbauer wird diese wohlthätigen Folgen selbst mehr als der Manufakturist fühlen, weil bei den Erzeugnissen des Bodens die Fortschaffungskosten verhältnißmäßig größer sind, als bei den Manufakturwaaren. Sind 200 Scheffel Weitzen nöthig, nur 400 zu erndten, und 100 mehr, um 400 zu Markte zu bringen, so wird der reine Ueberschuß nur 100 seyn; wenn aber durch den Gebrauch von Dampfwagen dieselbe Getreidemenge für den Werth von 50 Scheffeln zu Markte gebracht werden kann, so wird der Ueberschuß auf 150 Scheffel steigen, und der Vortheil des Pachters, oder der Pachtzins des Gutsherrn muß in demselben Verhältnisse vermehrt werden. Der Ackerbauer würde jedoch nicht blos durch einen erhöhten Betrag des bereits angebauten Bodens gewinnen. Jede Verminderung der Fortschaffungskosten für Bodenerzeugnisse würde Veranlassung zum Anbau von minder fruchtbaren Bodenflächen geben, deren Ertrag jezt nicht die Kosten des Anbaues und der Fortschaffung erstatten könnte. So würden Ländereien urbar gemacht werden, die jezt wüst liegen. Es ist bekannt, daß das Land von einem bestimmten Grade der Fruchtbarkeit durch vermehrte Anwendung von Geldmitteln einen höhern Ertrag gewährt; durch die Verminderung der

Fortschaffungskosten aber wird eine Ersparung gemacht werden, die den Landbauer in Stand setzt, den bereits angebauten Ländereien die ersparten Geldmittel zuzuwenden, und dadurch ihren jetzigen Ertrag zu erhöhen. Es würde daher eine solche Wirkung nicht nur eine Vermehrung des Umfanges der angebauten Ländereien, sondern auch einen bessern Anbau des bereits fruchtbaren Bodens zur Folge haben.

Der Angabe nach hat Großbrittanien gegen eine Million Pferde, die auf verschiedene Weise zur Fortschaffung von Personen und Gütern gebraucht werden, und die Unterhaltung jedes Pferdes fordert so viel Land, als zum Lebensunterhalt von acht Menschen hinreichend wäre. Würde nun dieser Betrag von thierischer Kraft durch Dampfmaschinen ersetzt, und das Fortschaffungsmittel aus dem Schooße der Erde gezogen, statt von ihrer Oberfläche genommen werden, so würde, wenn jene Berechnung richtig ist, eben so viel Land für den Unterhalt von Menschen frei werden, als für einen Bevölkerungszuwachs von acht Millionen hinreichend wäre, oder die Unterhaltsmittel der jetzigen Volksmenge würde um ein Drittheil des jetzigen Ertrags steigen. Der Einwurf, daß es Land gebe, dessen Ertrag nur zum Unterhalt von Pferden dienen könne, und solches Land dann nicht mehr bebauet werden würde, verdient keine Beachtung. Ob es eine beträchtliche Menge solcher Ländereien gebe, ist sehr zu bezweifeln. Wo ist der Boden, der ein Pferd nähren, aber nicht Ochsen, nicht Schafe, der nicht für Menschen Nahrung geben würde? Aber gesetzt, es gebe einen kleinen Theil solcher Ländereien, so kann er denjenigen nicht übersteigen, ja nicht erreichen, der hinlänglich zur Ernährung der Anzahl von Pferde seyn würde, die noch immer, entweder zum Vergnügen, oder in mehren Fällen, wo Dampfkraft nicht anwendbar wäre, gebraucht werden möchten. Auch ist zu beobachten, daß die Verminderung des Preises der Pferde, durch das Aufhören einer umfassenden Benutzungsart derselben, den Begehr für andere Zwecke vermehren würde.

ſondern auch längs allen europäiſchen Küſten ſteuern. Die Meere zwiſchen Egypten und den brittiſchen Beſitzungen in Aſien, die Meere, welche die weſtindiſchen Colonien trennen, haben der Kraft der Dampfmaſchine eben ſo wenig Gränzen zu ſetzen vermocht. Die Stürme des ſtillen Meeres haben das Dampfſchiff Entrepriſe nicht abgehalten, das Vorgebirge zu umſegeln, und Indiens Küſten zu erreichen. Wird der Dampf nicht als das einzige Mittel benutzt, die entfernteſten Theile der Erde zu verbinden, ſo wird es nicht darum unterlaſſen, weil er zur Erreichung dieſes Zweckes unzureichend wäre, ſondern weil der Stoff, aus welchem er bis jetzt ſeine Kraft bezieht, die Steinkohlen, durch örtliche und zufällige Umſtände beſchränkt iſt.

Wir wollen nun die Mittel, durch welche die angegebenen Wirkungen hervorgebracht wurden, ins Auge faſſen und zeigen, wie und in wiefern jene Mittel benutzt worden ſind, und welcher Verbeſſerungen ſie noch fähig zu ſeyn ſcheinen.

Es iſt ein ſonderbarer Umſtand, daß in der Geſchichte dieſer Erfindung viel Zeit und viel Scharfſinn vergebens aufgewendet ward, um eine Schwierigkeit zu beſiegen, die ſich endlich als eine eingebildete ergab. Will man begreifen, wie ein Wagenrad von Dampf fortgetrieben werde, ſo nehme man an, es ſey ein Zapfen in die Speiche des Rades in einiger Entfernung vom Mittelpunkte befeſtigt, und es wirke auf dieſen Zapfen eine Kraft in der Art, daß ſich das Rad umdrehe. Wenn der Felgenkranz und die Oberfläche der Straße ganz glatt wären, und keine Reibung ſtattfände, ſo daß die Felge ohne Widerſtand auf der Straße fortglitte, ſo würde die angewendete Kraft blos die Wirkung haben, das Rad umzudrehen, der Wagen aber ſtehen bleiben, während die Radfelge beim Umdrehen des Rades fortglitte. Wäre dagegen der Druck des Felgenkranzes auf die Straße ſo ſtark, daß wiſchen beiden eine Anhaftung (Adhäſion) ſtatt fände, die es dem Rade unmöglich machte, durch Wirkung der auf daſſelbe angewendeten Kraft auf der Straße fortzugleiten,

ſo würde die Folge ſeyn, daß ſich das Rad unter dem Einfluſſe der es bewegenden Kraft, umdrehen müßte, wodurch der Wagen zum Fortrücken genöthigt werden würde und zwar um eine Strecke, die bei jeder vollſtändigen Umdrehung des Rades, dem Umfange deſſelben gleich wäre.

Es fällt in die Augen, daß dieſe beiden Wirkungen nur theilweiſe hervorgebracht werden können, die Adhäſion des Rades und der Straſſenfläche kann unzulänglich ſeyn, das Gleiten gänzlich zu verhüten, aber doch zu verhindern hinreichend, daß das Rad ſo ſchnell gleite, als es ſich umwälzt. Unter ſolchen Umſtänden würde der Wagen fortrücken, und das Rad gleiten. Die fortſchreitende Bewegung des Wagens während einer vollſtändigen Umdrehung des Rades würde gleich ſeyn der Differenz zwiſchen dem vollſtändigen Umfange des Rades und dem Theile, durch welchen es bei einer Umdrehung fortgeglitten iſt.

Als man ſich mit dem Baue der Dampfwagen zu beſchäftigen anfing, und noch lange Zeit nachher, glaubten die Kunſtverſtändigen, die Adhäſion zwiſchen dem Felgenkranze und der Straſſenfläche müſſe nothwendig ſehr unbedeutend ſeyn, und die fortbewegten Räder würden entweder völlig gleiten, oder kein Fortrücken des Wagens bewirkt werden, oder ein anſehnlicher Theil der forttreibenden Kraft würde durch theilweiſes Gleiten der Räder verloren gehen. Es iſt doch ſonderbar, daß es ſo vielen ſcharfſinnigen Männern, die ſich mehrere Jahre lang mit ſolchen Verſuchen und Unternehmungen beſchäftigten, nie einfiel, durch Verſuche den wirklichen Betrag der Adhäſion zwiſchen den Rädern und der Straßenfläche in einem einzelnen Falle auszumitteln. Wenn ſie dies gethan hätten, ſo würden wir jetzt die Dampfwagen wahrſcheinlich in einem vollkommenern Zuſtande ſehen. [1])

---

[1]) Die erſte Idee, Fuhrwerke mittelſt Dampfmaſchinen zu treiben, ſoll bereits 1755 der Franzoſe Gautier gehabt haben und ohngefähr um dieſelbe Zeit äußerte der engliſche Phyſiker Robiſon gegen den berühmten Mechaniker Watt, daß es vortheilhaft

Um dieſer eingebildeten Schwierigkeit abzuhelfen, wollten Trevithik und Vivian die äußere Fläche der Radfelgen rauh und uneben machen, und ſie zu dieſem Zwecke mit Nägeln beſchlagen, oder in der Quere mit Rinnen durchſchneiden. Wo bedeutende Anhöhen zu befahren waren, wollten ſie bei dem Hinanfahren Stifte oder Nägel hervortreten laſſen, welche in die Straßenfläche eingreifen könnten.

Sieben Jahre nach der Erbauung des von Trevithik und Vivian angegebenen Dampfwagens ward ein anderer von Blenkhinſop gebaut, der 1811 ein Patent für die Anwendung deſſelben auf Eiſenbahnen erhielt. Die Eiſenbahn zeigte nun nicht mehr glatte Eiſenſchinen, ſondern eine Reihe hervorragender Zähne, einem Zahnrade ähnlich, längs der ganzen Bahnlinie. Die Räder des Dampfwagens hatten ähnliche Zähne, welche in die gezähnten Schienen eingriffen und auf dieſe Weiſe ward eine fortſchreitende Bewegung des Wagens bewirkt. Eine ſpätere Erfindung zur Beſiegung der vermeintlichen Schwierigkeit ward im Jahre 1812 von den Gebrüdern Chapmann angegeben. Sie beſtand in einer Kette, die ſich längs der Mitte der Bahnlinie von einem Ende bis zum andern ausdehnte. Dieſe Kette lief einmal um ein mit Rinnen in der Felge verſehenes Rad unter dem

---

ſeyn würde, Wagen durch Dampf zu bewegen; doch kam der Gedanke nicht zur Ausführung. Die Condenſationsvorrichtung war ein großes Hinderniß dabei. Erſt als die Hochdruckmaſchinen, bei denen gar keine Condenſation der Dämpfe ſtattfindet, bekannt wurden, war es daher möglich, Dampfwagen zu bauen. Obgleich man das Princip der Hochdruckmaſchinen ſchon lange kannte, ſo baueten doch erſt Trevithik und Vivian im Jahre 1802 die erſte Hochdruckmaſchine, die in England eine umfaſſende praktiſche Anwendung erhielt. 1804 erlangten dieſelben Mechaniker ein Patent um mittelſt derſelben Maſchine Wagen auf Eiſenbahnen fortzutreiben und machten damit im Jahre 1804 einen gelungenen Verſuch auf der Eiſenbahn zu Merthyr Tydril in Südwales. (S. Lardner 138 ꝛc.)

Mittelpunkte des Wagens, so daß, wenn dieses Rad durch die Maschine umgedreht wurde, da die Kette nicht gleiten konnte, der Wagen auf der Straße fortgerückt wurde. Man gab aber diese Erfindung bald auf, weil durch die Reibung der Kette ein ungeheurer Kraftverlust herbeigeführt wurde.

Das nächste Jahr 1813 brachte eine sehr sinnreiche Erfindung zu demselben Zweck, ein Paar mechanische Beine oder Füße, welche den Thierfüßen ähnlich, gehen und den Wagen fortschieben sollten; jedoch kann diese Erfindung mehr für eine Probe großen Scharfsinnes, als für eine praktische nützliche Vorrichtung gelten.

Ungefähr um dieselbe Zeit wurde zuerst die wichtige Thatsache ausgemittelt, daß die Adhäsion, oder die Reibung der Räder mit den Schienen, auf welchen sie sich bewegen, ganz hinlänglich sey, die Maschine fortzutreiben, selbst wenn sie eine große Last nach sich zöge, und daß in diesem Fall die fortschreitende Bewegung ohne Gleiten der Räder würde bewirkt werden können. Die Folgen dieser Thatsache machten alle Erfindungen, um die Räder auf der Straße fortzutreiben, unnütz. Der Versuch, welchem man dieß Ergebniß verdankte, zeigte, daß auf einer ebenen Bahn mit ganz reinen Schienen die Adhäsion der Räder bei jedem Wetter hinlänglich war, beträchtlich beladene Wagen fortzutreiben. Es wurde zuerst mit Handarbeit ausgemittelt, wie viel Gewicht die Räder eines gewöhnlichen Wagens tragen würden, ohne auf der Bahn zu gleiten, und als man das Verhältniß zu dem Gewichte gefunden hatte, ergab sich, daß das Gewicht der Maschine eine hinlängliche Adhäsion hervorbringen würde, die nöthige Anzahl von Wagen auf einer Eisenbahn hinter sich zu ziehen.

Im Jahre 1814 wurde von Stephenson zu Killingworth eine Maschine erbauet, die zwei Cylinder mit einem cylindrischen Kessel hatte und zwei Paar Räder durch Kurbeln bewegte, die in rechten Winkeln angebracht waren, so daß wenn die eine in voller Thätigkeit war, die andere ruhte. Die Kurbeln wurden in jener Stellung durch eine Kette

ohne Ende erhalten, die um zwei gezähnte Räder unter der Maſchine lief, welche an die Achſe der Wagenräder befeſtigt waren. Die Räder waren an den Achſen befeſtigt und drehten ſich mit ihnen. Die in Fig. 116 gegebene Abbildung zeigt die Seiten der Maſchine offen um den innern Mechanismus zu zeigen. AB iſt der cylindriſche Keſſel, CC die Cylinder, DE die gezähnten Räder, die von der endloſen Kette umgeben an den Achſen der Maſchinen-Räder befeſtigt ſind. Dieſe Räder vollenden gleichzeitig ihre Umdrehung, ſo daß, wenn die Kurbel F zu dem niedrigſten Punkte hinabſteigt, die Kurbel G von dem niedrigſten Punkte zur horizontalen Stellung D hinaufgeht, und wenn die Kurbel F von dem niedrigſten Punkte zur horizontalen Stellung E hinangeht, die andere Kurbel zu dem höchſten Punkte ſteigt u. ſ. w. Bei dieſer Maſchine wurde eine ſchöne Erfindung angebracht, mittelſt welcher ſie auf Federn von Dampf ruhte. Kleine Cylinder, die ſich bei H befinden, ſind an eine Seite des Keſſels geſchraubt und ragen darin um einige Zolle vor; ſie haben offene Verbindung am obern Theile mit dem Waſſer oder Dampfe im Keſſel. Die Kolben J bewegen ſich dampfdicht in dieſen Cylindern. Dieſe ſind am Boden offen, und die Kolbenſtangen an den Wagen der Maſchine geſchraubt, über der Achſe jedes Räderpaares. Wie die Maſchine in der Figur dargeſtellt iſt, wird ſie von 4 Kolben, 2 auf jeder Seite, getragen. Die Kolben werden vom Waſſer oder vom Dampfe im obern Theile des Cylinders gedrückt, und da der Dampf im höchſten Grade elaſtiſch iſt, ſo hat die Maſchine alle Vortheile, die das Hängen in Federn geben kann. Die Mängel dieſer Erfindung aber gehen daraus hervor, daß, wenn der Dampf die zum Tragen der Maſchine nöthige Elaſtizität verliert, die Kolben in die Cylinder hinabgehen, bis ſie auf den Boden kommen und alle Elaſtizität aufhört. In einer ſpäter von Stephenſon erbauten Maſchine wurde die Vorrichtung, die Räder durch eine Kette ohne Ende und durch Zahnräder zu verbinden, wieder aufgegeben. Dieſelbe Wirkung wird erreicht, indem die beiden Kurbeln durch eine

gerade Stange mit einander verbunden wurden. Alle Erfindungen dieser Art haben aber den großen Mangel, daß wenn die hintere und vordere Räder nicht vollkommen gleiche Dimensionen haben, immer ein Gleiten oder Schleppen auf der Straße stattfinden muß.

Das Wesen der Maschinerie verlangt, daß jedes Rad seine Umdrehung genau in derselben Zeit macht, und dabei folglich jedesmal über eine ganz gleiche Straßenlänge gehen muß. Ist daher der Umfang der Räder ungleich, so muß das Rad von kleinerem Umfange um so viel auf der Straße geschleppt werden, als es im Umfange den größern nachsteht, oder das größere Rad wird in entgegengesetzter Richtung geschleppt, um die Differenz auszugleichen. Da kein Mechanismus eine vollkommene Gleichheit in vier, viel weniger in sechs Rädern hervorbringen kann, so kann man annehmen, daß jenes Schleppen großentheils eine Folge des Princips der Maschine ist. Selbst wenn die Räder ursprünglich genau gebaut gewesen wären, können sie doch bei längerm Gebrauche nicht ganz gleichförmig bleiben.

Der nächste Anstoß zu den Fortschritten der Erfindung war das große Nationalwerk, die Städte Liverpool und Manchester durch eine doppelte Eisenbahn zu verbinden. Als dieß Unternehmen begann, war noch nicht entschieden, welche bewegende Kraft auf der neuen Bahn sich als das zweckmäßigste Fortschaffungsmittel erweisen möchte. Man hatte zwischen Pferdekraft, stehenden Dampfmaschinen und Dampfwagen zu wählen, aber das erste dieser Mittel ward aus nahe liegenden Gründen sogleich verworfen, und es blieb nur noch die Wahl zwischen den beiden andern.

Man kann sich der Dampfmaschine auf doppelte Weise bedienen, um Wagen auf einer Heerstraße oder auf einem Schienenwege fortzuschaffen. Bei der einen Benutzungsart ist die Dampfmaschine stehend, und zieht den Wagen oder den Wagenzug mittelst einer sich über die ganze Bahnlinie ausdehnenden Kette zu sich. Die Bahn ist in diesem Falle in mehrere kurze Räume getheilt, am Ende eines jeden steht

eine Dampfmaſchine. Sind die Wagen bei der Maſchine angekommen, die ſie zieht, ſo werden ſie losgemacht und mit dem Ende der Kette verbunden, die von der nächſten Dampfmaſchine gezogen werden ſoll. So wird die Reihe von Maſchine zu Maſchine vollendet. Bei der andern Benutzungsart zieht die Maſchine die Laſt auf dem ganzen Wege, und bewegt ſich mit ihr.

Als die Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter der Vollendung nahe war, gaben die Unternehmer den erfahrnen Kunſtverſtändigen Stephenſon und Lock, Walker und Raſtrick den Auftrag, die Eiſenbahnen zu beſuchen, wo praktiſche Belehrung über die Wirkungen der ſtehenden Dampfmaſchinen und Dampfwagen erwartet werden konnte, und ſie erhielten von dieſen Männern Berichte über das Zweckmäßige beider Benutzungsarten der Dampfmaſchine [1]). Das Ergebniß der Vergleichung war, daß die Anlegung einer Reihe ſtehender Dampfmaſchinen bedeutender Geldmittel erfordern würde, als die Erlangung einer gleichen Fortſchaffungskraft durch Dampfwagen, daß die jährlichen Unterhaltungskoſten bei ſtehenden Maſchinen gleichfalls höher ſteigen würden, und folglich auch die Fortſchaffungskoſten bei dieſen beträchtlicher ſeyn mußten. Das Anlagekapital wurde bei Dampfwagen 58,000 Pfund Sterling, bei ſtehenden Maſchinen auf mehr als 121,100 Pfund Sterling, die jährlichen Ausgaben bei jenen 25,000 bei dieſen 42,000 Pfund Sterling berechnet.

In Hinſicht auf Erſparniß hatten daher Dampfwagen den Vorzug; aber es traten noch andere Umſtände ein, welche die Wahl der Unternehmer beſtimmten. Tritt auf einem Theil der Bahnlinie, auf welcher ſtehende Maſchinen wirken, ein Unfall ein, ſo entſteht auf der ganzen Linie eine Hemmung. Es würde daher in jedem Theile die wachſamſte Aufmerkſamkeit aller, auch noch ſo ſehr beſchäftigten Arbeiter

---

1) Die umſtändlichere Berechnungen findet man in Wood's practical treatise on railroads and interior communication in general. (2te Aufl. London 1832.)

erforderlich seyn; aber außerdem würden eben so nachtheilig, eben so hemmend für die ganze Bahn Unfälle seyn, die entständen, wenn eine Kette zerrisse oder in Unordnung geriethe, oder wenn eine der stehenden Maschinen in ihrer Wirksamkeit gestört würde. Bei Dampfwagen hingegen könnte ein Unfall nur den einzelnen Wagenzug treffen, den die Verunglückte Maschine zog, und selbst dann ließe sich der Schwierigkeit abhelfen, wenn man auf passenden Stellen der Bahnlinie Ersatzmaschinen vorräthig hätte. Bei stehenden Dampfmaschinen sind Unfälle allerdings unwahrscheinlicher, als bei Dampfwagen; aber wenn ein Unfall eintritt, sind die verderblichen Folgen weit größer, als bei jenen. „Das eine System — sagte Waker in seinem Berichte — gleicht einer von Liverpool nach Manchester reichenden Kette, und wenn ein Glied derselben verunglückt, so ist gleich das Ganze zerstört, wogegen das andere eine Anzahl kurzer und unverbundener Ketten gleicht.“ Wird auch eine derselben zerstört, so leiden die andern nicht darunter, und der Verlust kann leicht wieder ersetzt werden.

Die Unternehmer entschieden sich für den Dampfwagen. Es ward nun zuvörderst ein Preis von 500 Pfund Sterling auf den besten Dampfwagen gesetzt, und eine Zeit bestimmt, wo die Arbeiten der Preisbewerber einer öffentlichen Prüfung unterworfen werden sollten. Die Bedingungen waren, daß die Maschine keinen Rauch machen, daß der Dampfdruck nicht über 50 Pfund auf den Quadratzoll betragen, daß die Maschine wenigstens das Dreifache ihres Gewichts, und zwar nicht weniger als 10 Meilen in der Stunde ziehen, auf Federn stehen und nicht über 15 Fuß hoch seyn sollte.

Auch wurden Vorsichtsmaaßregeln gegen das Zerspringen der Kessel angegeben, und andere Punkte bestimmt, deren Erwähnung hier überflüssig seyn würde. Die Preisbewerbung ward im März 1829 eröffnet, und im Oktober desselben Jahrs sollte die Prüfung erfolgen. Es kamen drei Wagen zur Bewerbung, der Rocket von Stephenson, der Sanspareil von Hackworth, und der Novelty von Braith-

waithe und Ericſon. Der Rocket gewann den Preis. Zur Prüfung ward eine Bahnlinie, ungefähr zwei engliſche Meilen von Liverpool und Mancheſter beſtimmt. Die Entfernung zwiſchen den beiden Stationen war anderthalb Meilen, und die Maſchine mußte dieſe Entfernung zehnmal rückwärts und vorwärts zurücklegen, folglich überhaupt eine Reiſe von 30 engl. Meilen machen. Der Rocket legte die Reiſe zweimal zurück, zuerſt in 2 Stunden 14 Minuten und 8 Sekunden, dann in 2 Stunden 6 Minuten 49 Sekunden. Die Schnelligkeit war verſchieden auf verſchiedenen Theilen der Bahn, die größte Geſchwindigkeit etwas über 29 engl. Meilen, die geringſte $11^1/_2$ engl. Meilen in einer Stunde. Die durchſchnittliche Geſchwindigkeit auf der Reiſe war $13^4/_{10}$ Meilen, auf der andern $14^2/_{20}$ Meilen in einer Stunde. Der Rocket war der einzige Dampfwagen, der die verlangte Reiſe zurücklegte, die andern wurden durch Unfälle in ihren Verſuchen gehemmt [1]).

---

[1]) Die Dampfwagen auf der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter, deren es über 30 giebt, zerfallen nach den Dimenſionen ihrer Theile, von welchen ihre Wirkungskraft hauptſächlich abhängt, in fünf Klaſſen, und noch jetzt ſind deren vier im Gebrauch.

Klaſſe.	Durchmeſſer des Cylinders.	Kolbenhub.	Durchmeſſer der Räder.	Gewicht.	Druck auf den Quadrat-Zoll im Keſſel.
	Zoll.		Fuß Zoll	Tonnen.	Pfunde.
1.	14	16	4 6	12	50
2.	12	16	5 —	12	50
3.	11	16	5 —	8 — 9	50
4.	11	18	5 —	8 — 9	50

In die fünfte Klaſſe gehören die bei der Eröffnung der Bahn gebrauchten Dampfwagen. Ihre Cylinder haben 10 Zoll und noch weniger Durchmeſſer und Kolbenhub, Durchmeſſer der Räder und Gewicht der Maſchine ſind nach Verhältniß verſchieden. Sie werden jetzt faſt gar nicht mehr gebraucht.

Der große, bei dem Bau dieſer Maſchinen zu erreichende Zweck war, hinlängliche Leichtigkeit mit der größtmöglichſten

---

Von den 32 für die Geſellſchaft gebauten Dampfwagen, von welchen ſie noch 30 beſitzt, haben 2 einen Cylinder von 14 Zoll im Durchmeſſer, 4 von 12 Zoll, 16 von 11 Zoll mit 16 Zoll Kolbenhub und 2 von 11 Zoll mit 18 Zoll Kolbenhub. Die übrigen 8 ſind von geringern Verhältniſſen und gehören in die fünfte Klaſſe. Alle haben einen wirklichen Druck von 50 Pfund auf den Quadratzoll im Keſſel.

Nach jenen Dimenſionen wird gewöhnlich die Wirkungskraft der Dampfwagen angegeben. Soll aber eine ſolche Angabe vollſtändig und zur Bezeichnung der Maſchinen-Wirkung unter allen Umſtänden hinreichend ſeyn, ſo müſſen noch zwei andere Elemente hinzugefügt werden, nemlich die Reibung der Maſchine und der Umfang der heitzenden Oberfläche des Keſſels.

Die bei ſtehenden Dampfmaſchinen gewöhnliche Art, die Leiſtungsfähigkeit durch Vergleichung mit Pferdekräften auszudrücken, iſt in allen Fällen mangelhaft und würde bei Dampfwagen gar nicht anwendbar ſeyn. Erſtens iſt die Wirkungskraft eines Dampfwagens nicht allein von der in dem Dampfe befindlichen Kraft abhängig, ſondern auch von dem Gewichte der Maſchine, welches eine größere oder geringere Adhäſion der Räder auf den Schienen verurſacht, und folglich die Bewegung einer mehr oder weniger beträchtlichen Laſt bewirkt. Zweitens muß ſich der Dampfwagen mit verſchiedener Geſchwindigkeit bewegen. Außer dem Gewichte der Ladung iſt auch der Umſtand zu berückſichtigen, daß die Maſchine, indem ſie ſich fortbewegt, ihre eigene Reibung zu überwinden hat. Dieſe Reibung die daher immer als eine unveränderliche Größe bei dem Widerſtande erſcheint, von welchem ſie zuvörderſt abgezogen werden muß, beſchränkt, nach Verhältniß der Geſchwindigkeit der Bewegung, die in der Maſchine übrig bleibende, auf die Ladung zu verwendende Kraft. Wenn wir daher die Kraft der Maſchine durch die hervorgebrachte Wirkung beſtimmen wollten, ſo würden wir finden, daß eine ſolche Schätzung bei jedem Grade der Geſchwindigkeit, in welchem wir die Maſchine betrachteten, verſchieden ausfallen würde. Drittens bewegt ſich der Dampfwagen dreimal bis viermal ſchneller, als ein Pferd vermag, und es würde daher eine unverſtändliche Fiktion ſeyn, ſeine Leiſtungsfähigkeit mit Pferdekräften zuſammenzuſtellen. —

Hitzkraft zu vereinigen. Das Feuer wirkt auf doppelte Weise auf das Wasser, erstens durch seine strahlende Wärme, zweitens durch den Strom heißer Luft, den der Kanal im Heerd durch das Feuer treibt und der zuletzt in den Rauchfang übergeht. Zur Erreichung dieses Zweckes ist es nöthig, diesen beiden Wärmequellen die größtmöglichste Ausdehnung der mit dem Wasser in Berührung stehenden Oberfläche auszusetzen. Dieß geschah auf eine bewundernswürdige Weise durch Stephenson's Rocket.

Die in Fig. 116 dargestellte Maschine steht auf 4 Rädern, die Hauptlast aber ruht auf einem, durch die Maschine getriebenen Paare. Der Kessel ist ein 6 Fuß langer Cylinder mit flachen Enden. Der Rauchfang steigt an dem einen Ende herauf und am andern Ende ist ein viereckiger Kasten B angebracht, auf dessen Boden der Rost des Feuerheerdes sich befindet. Dieser Kasten besteht aus zwei eisernen, in einander gesetzten Behältern, zwischen welchen sich ein etwa 3 Zoll weiter Raum befindet; der Kasten ist 3 Fuß lang, 2 Fuß breit und 3 Fuß tief. Der äußere Behälter ist mit dem untern Theile des Kessels durch eine Röhre C verbunden; aber am obern Ende steht er durch die Röhre D mit dem obern Theile des Kessels in Verbindung. Wird daher Wasser in den Kessel gelassen, so fließt es durch die Röhre C in den, den Heerd umgebenden Raum, und steigt darin zu derselben Höhe die es im Kessel hat. Arbeitet die Maschine, so bleibt der Kessel ungefähr halb mit Wasser gefüllt, und daher ist der Raum um den Heerd ganz angefüllt. Der Dampf, der in dem Wasser erzeugt wird, weicht durch die Röhre D in den obern Theil des Kessels. Fig. 117 ist ein Längendurchschnitt der Figur, nach rechten Winkeln genommen. Durch den untern Theil des Heerdes gehen mehrere kupferne Röhren von geringem Umfange, die an einem Ende mit dem Feuerkasten, an dem andern mit dem Rauchfange in Verbindung stehen, und der heißen Luft von dem Heerde einen Ausgang nach dem Rauchfange verschaffen. Die brennenden Steinkohlen auf dem Roste verbreiten ihre Wärme durch Ausstrahlung, und

wirken auf dieſe Weiſe auf die ganze Oberfläche des den Feuerkaſten umgebenden Gehäuſes, wodurch die Temperatur der dünnen, in dem Gehäuſe enthaltenen Waſſerſchicht erhöht wird. Das erhitzte Waſſer ſteigt und geht in den Keſſel über, ſo daß ein beſtändiger Umlauf von erhitztem Waſſer unterhalten wird, und das Waſſer im Keſſel beinahe in derſelben Temperatur bleiben muß, wie das Waſſer im Gehäuſe. Die durch die brennenden Kohlen ſtrömende und den Feuerkaſten füllende Luft, wird mittelſt des Zuges durch die kupfernen Röhren geführt, welche ſich im untern Theile des Keſſels befinden, und da dieſe Röhren von allen Seiten vom Keſſelwaſſer umgeben ſind, ſo theilt dieſe Luft ihre Wärme durch die Röhren dem Waſſer mit. Sie geht endlich in den Rauchfang über, und wird durch den Luftzug ausgeführt. Die Wirkungskraft des Feuerheerdes iſt nothwendig durch die Kraft des Zuges im Rauchfange bedingt, und um dieſe zu vermehren und zu gleicher Zeit den überflüſſigen Dampf abzuführen, nachdem er den Kolben getrieben hat, wird derſelbe durch die Röhre L hinausgelaſſen, welche aus dem Cylinder in den Rauchfang geht und durch eine aufwärts gerichtete Mündung entweicht. Dieß ſchnelle Entſtrömen und die Leichtigkeit des Dampfes verurſachen einen ſehr ſtarken Luftzug im Rauchfange, wodurch der Zug auf dem Heerde verſtärkt wird. In Fig. 117 ſehen wir die Roſtſtäbe im untern Theile des Feuerkaſtens bei F. Die Maſchine hat zwei Cylinder, von welchen jeder ein Rad bewegt. Man ſieht in Fig. 117 nur einen, weil die Maſchine den andern verbirgt. Die Speichen, welche von dieſen Cylindern getrieben werden, ſtehen in rechten Winkeln an den Rädern. Die Räder befinden ſich an einer gemeinſchaftlichen Achſe, mit welcher ſie ſich umdrehen.

Die Waſſeroberfläche, welche den Feuerkaſten umgiebt und der Wirkung der ſtrahlenden Wärme ausgeſetzt iſt, hat in dieſer Maſchine 20 Quadratfuß, die von der Oberfläche von 6 Quadratfuß, brennender Steinkohlen auf dem Roſt Wärme erhält. Die der Wirkung der warmen Luft ausge-

ſetzte Oberfläche beträgt 118 Quadratfuß. Die Maſchine zog einen andern Wagen nach ſich, der Waſſer und Koaks führte.

Hackworths Sanspareil iſt Fig. 118 und in einem horizontalen Durchſchnitte Fig. 119. dargeſtellt. Der Zug des Feuerheerdes wird auf dieſelbe Weiſe, wie beim Rocket bewirkt, indem der überflüſſige Dampf auf dem Cylinder durch den Rauchfang ausgetrieben wird. Der Keſſel aber hat eine eigenthümliche Einrichtung. Eine gekrümmte Röhre geht durch den Keſſel, ungefähr wie bei der weiter vorn erwähnten ältern Maſchine von Trevithik und Vivian. In der Horizontalſektion Fig. 119 iſt D die Oeffnung des Heerds am Ende des Keſſels, bei dem Rauchfange. Die Roſtſtäbe ſieht man bei A. Eine gekrümmte Röhre, die durch den Keſſel geht, und in dem Rauchfange endigt, iſt mit B bezeichnet. Die Richtung des Zuges zeigt ein Pfeil an. C iſt ein Durchſchnitt des Rauchfanges. Die Cylinder ſtehen wie im Rocket auf beiden Seiten des Keſſels. Jeder bewegt ein einzelnes Rad, indem er auf die im rechten Winkel gegen einander ſtehende Speichen wirkt. Die Röhre, in welcher ſich der Roſt und der Feuerkanal befinden, nimmt im Durchmeſſer ab, indem ſie ſich dem Rauchfange nähert. An der Mündung, wo der Roſt liegt, beträgt der Durchmeſſer 2 Fuß, und wird nach und nach kleiner, bis er am Rauchfange nur 15 Zoll beträgt. Die Roſtſtäbe gehen 5 Fuß weit in die Röhre. Die der ſtrahlenden Wärme des Feuers ausgeſetzte Oberfläche des Waſſers, beträgt 16 Quadratfuß, und die der Wirkung der erwärmten Luft und die der Flammen ausgeſetzte gegen 75 Quadratfuß. Die Schicht des brennenden Feuers, welche Hitze ausſtrahlt, beträgt 10 Quadratfuß.

Der Novelti iſt Fig. 120 dargeſtellt. Einen Durchſchnitt des Dampferzeugers und des Keſſels zeigt Fig. 121. Die entſprechenden Theile ſind in beiden mit gleichen Buchſtaben bezeichnet. A iſt der Rezipient oder Dampferzeuger, der den für die Wirkung der Maſchinen erforderlichen Dampf enthält. Er ſteht mit B, dem untern Dampferzeuger in

Verbindung welcher in horizontaler Richtung nach der ganzen Länge der Maschine läuft. In A befindet sich der Heerd F, mit der Röhre C verbunden, die in dem Dampferzeuger hinaufgeht, und am Ende Schieber hat, welche die Luft ausschließen, und nur geöffnet werden, um auf den Rost F Steinkohlen zu bringen. Unter dem Roste ist der Heerd nicht offen, wie gewöhnlich, sondern durch die Röhre E mit einem Blasebalg D verbunden, der durch die Maschine in Thätigkeit gesetzt wird, und durch die Röhre E einen beständigen Luftstrom auf F gehen läßt, um das Feuer in einer lebhaften Flamme zu erhalten. Die auf dem Heerde enthaltene heiße Luft wird durch die kleine gekrümmte Röhre e (Fig. 121) ausgetrieben, welche sich wurmförmig durch den horizontalen Dampferzeuger zieht, und, nach und nach immer mehr verkleinert, endlich in den Rauchfang G geht. Bei dem Durchgange durch diese Röhre theilt die Luft ihre Hitze dem die Röhre umgebenden Wasser mit, und hat eine bedeutend verminderte Temperatur, wenn sie in den Rauchfang entweicht. Der Cylinder K bewegt mittelst einer Kurbel ein Räderpaar, und wenn es nothwendig ist, wird das andere Paar damit verbunden. Die Oberfläche der brennenden Kohlen hat in dieser Maschine weniger als 2 Quadratfuß. Die der strahlenden Wärme ausgesetzte Oberfläche hat 9½ Quadratfuß, und die Oberfläche des der heißen Luft ausgesetzten Wassers gegen 33 Quadratfuß.

Die Vorzüge des Rocket liegen hauptsächlich darin, daß eine größere Oberfläche des Wassers der Wirkung des Feuers ausgesetzt ist. Bei einer geringeren Ausdehnung des Feuerheerdes als der Sanspareil hat, in dem Verhältniß von 3 zu 5, setzt er eine größere Wasseroberfläche der strahlenden Wärme aus, und zwar in dem Verhältniß von 4 zu 3 und eine größere Oberfläche des Wassers der erhitzten Luft, in dem Verhältnisse von mehr als 3 zu 2. Man fand, daß der Rocket, in Vergleichung mit dem Sanspareil, bei der Verdampfung einer gegebenen Wassermenge in dem Verhältnisse von 11 zu 28 Brennstoff verzehrte. Den Vorschlag, die

heiße Luft mittels Röhren durch das Waſſer in den Rauchfang zu leiten, machte Booth [1]), der Kaſſirer der Aktien-Geſellſchaft, welche die Eiſenbahn von Liverpool nach Mancheſter angelegt hat, und nichts hat mehr zu der Wirkſamkeit der ſeitdem gebrauchten Maſchine beigetragen, als dieſe Verbeſſerung.

Der große Zweck den die Keſſel in dieſen Maſchinen erreichen ſollen, beſteht darin, eine geringe Waſſermenge mittelſt einer geringen Menge von Brennſtoff, der zu einer lebhaften Flamme angefacht wird, in einer ſehr hohen Temperatur zu erhalten. Dieß kann nur bewirkt werden, wenn man erſtens Keſſel, Feuerheerd und Feuerkanäle ſo einrichtet, daß das Waſſer in einer beſtändigen Berührung mit einer größtmöglichen Oberfläche ſey, von welcher jeder Theil entweder unmittelbar der ſtrahlenden Wärme des Feuers, oder mittelbar der Luft ausgeſetzt iſt, die durch das Feuer gegangen iſt und endlich in den Rauchfang entweicht; und wenn zweitens ein ſo ſtarker Zug auf dem Heerde erhalten wird, daß durch Verbrennung eine Wärmemenge aus den Steinkohlen gezogen wird, welche hinlänglich iſt, das Waſſer in der erforderlichen Temperatur zu erhalten und den Dampf mit hinreichender Geſchwindigkeit zu erzeugen. Zur Erreichung dieſer Zwecke muß der Kaſten, welcher den Heerd enthält, ganz von Waſſer umgeben, und unter der Höhe des Waſſerſtandes in dem Keſſel ſeyn. Die der ſtrahlenden Wärme ausgeſetzte Oberfläche ſollte ſo groß ſeyn, als es mit der Größe der ganzen Maſchine vereinbar iſt. Die Vorzüge, die der Rocket in dieſen Hinſichten vor anderen Maſchinen beſaß, treten bei näherer Betrachtung hervor. Dann iſt es nothwendig, daß die Wärme, welche von der durch die brennenden Kohlen ziehenden Luft aufgenommen wird, dem Waſſer mitgetheilt werde, ehe ſie in den Rauchfang entweicht. Da die Luft ein ſchlechter Wärme-

---

[1]) Er erhielt nur einen Theil des dem Rocket zuerkannten Preiſes, hat aber ſonſt keinen Antheil an dem Gewinn der Dampfmaſchinenfabrik gehabt.

leichter ist, so muß, um dieß zu bewirken, die Luft in den Zügen des Heerdes in einer größtmöglichen Oberfläche der Berührung mit dem Wasser ausgesetzt werden. Keine Vorrichtung kann zu diesem Zwecke unpassender seyn, als eine oder zwei durch den Kessel laufende große Röhren, wie in den ältesten Dampfwagen. Die durch den Mittelpunkt dieser Röhren ziehende Luft war nicht in Berührung mit ihrer Oberfläche und kam folglich fast in derselben Temperatur, die sie bei dem Ausgange aus dem Feuer gehabt hatte, in den Rauchfang. Nur derjenige Theil der Luft, der zunächst an der Oberfläche der Röhre hinstreifte, theilte dem Wasser seine Wärme mit [1]).

---

1) Ueber die Einrichtung der erwähnten Röhre, welche den Dampf in den Rauchfang treibt, geben wir hier eine nähere Erklärung. Diese aufwärts gerichtete Röhre hat eine sehr kleine Mündung, die sich in der Mitte des Rauchfanges öffnet. Der Dampf, der bei jedem Ausströmen die Luftsäule hinauftreibt, die den Rauchfang füllte, läßt einen luftleeren Raum hinter sich, den unmittelbar die äußere Luft füllt, die nun durch den Heerd strömt. So wird nach Dampfausströmung das Feuer lebhaft angefacht. Dieser künstliche Luftstrom ist so nothwendig, daß, wenn die Blaseröhre beschädigt ist oder ein Leck hat, die Maschine fast unwirksam wird, weil der gewöhnliche Zug des Rauchfangs nicht stark genug ist.

Je enger die Mündung der Röhre ist, desto stärker ist der Luftzug und desto mehr wird das Feuer angefacht. Es wird daher in derselben Zeit mehr Dampf erzeugt, oder die Kraft der Maschine vermehrt. Dieß ist bei der Bestimmung der Wirkungskraft der Maschine ein wichtiger Punkt, denn wenn der Durchmesser der Blaseröhre gefunden wird, so ändert sich auch die wärmestrahlende Kraft des Kessels. In den Maschinen auf der Bahn zwischen Liverpool und Manchester ist der Durchmesser dieser Röhre 2¼ bis 2½ Zoll. Man verkleinerte die Mündung nach und nach so sehr als es möglich war, ohne den Durchgang des Dampfes zu hindern, bis man endlich fand, daß sich durch weitere Verminderung des Durchmessers nicht mehr Kraft erlangen ließ.

Bei einem Durchmesser der Mündung von 2½ Zoll oder 5 Quadratzoll Fläche und bei Cylindern von 11 Zoll Durchmesser,

Es giebt verſchiedene Mittel, die Oberfläche des Waſſers auszudehnen, die mit einer gegebenen, daſſelbe durchziehenden Luftmenge in Berührung ſteht. Dieß würde geſchehen, wenn man die Luft zwiſchen neben einander geſtellten Platten durchziehen ließe, ſo daß der Luftſtrom in dünne Schichten getheilt würde und Waſſerſchichten zwiſchen ſich hätte, oder man könnte die Luft zwiſchen Röhren durchziehen laſſen, die einen geringen Unterſchied der Durchmeſſer hätten, indem das Waſſer durch eine innere Röhre ginge und zugleich mit der äußeren Oberfläche der äußern Röhre in Berührung wäre. Eine ſolche Vorrichtung würde, dem Princip nach Watt's Jacke oder Mantel ähnlich ſeyn, oder dem Condenſator in Cartwright's bereits beſchriebener Maſchine. Bei der Leichtigkeit, kleine Röhren zu verfertigen und ſie in den Keſſel anzubringen, würde dieſe Vorrichtung wohl die ausführbarſte ſeyn, wiewohl die Geſtalt einer Röhre, geometriſch betrachtet, nichts weniger als günſtig iſt, eine in derſelben enthaltene Flüſſigkeit ihrer Oberfläche auszuſetzen. Die Luft,

---

oder 190 Quadratzoll Fläche, d. h. bei einer Mündung, die nur $^1/_{38}$ der Fläche der Cylinder beträgt, muß, wenn der geſammte Dampf auf dieſem Wege entweichen ſoll, ſeine Geſchwindigkeit in der Röhre 38 Mal ſo groß ſeyn, als im Cylinder. Die Geſchwindigkeit der Ausſtrömung im Rauchfange wird daher bei den Dimenſionen, die wir annehmen, 38 Mal ſo groß als die Geſchwindigkeit des Kolbens ſeyn, oder $6^1/_2$ Mal ſo groß als die Geſchwindigkeit der Maſchine, da dieſe ohngefähr ſechsmal ſo groß als die Geſchwindigkeit des Kolbens iſt.

Fährt der Dampfwagen 30 engl. Meilen in einer Stunde, ſo wird die Geſchwindigkeit der Ausſtrömung der Blaſeröhre 195 Meilen in einer Stunde gleich ſeyn, oder 286 Fuß in einer Sekunde, und da dieſe Geſchwindigkeit nicht blos durch das Streben des Dampfes, in die Atmoſphäre zu entweichen, hervorgebracht werden kann, ſo muß bei dieſer großen Geſchwindigkeit ein Theil der Kraft der Maſchine ſelbſt verwendet werden, um den Dampf auszutreiben, d. h. um das Feuer auf dem Heerde anzufachen. Da nun die Vermehrung der Wirkung durch ein Opfer der Kraft hervorgebracht wird, ſo muß ein Punkt kommen, wo der Vortheil durch den Aufwand aufgewogen wird, der nöthig iſt, ihn zu erlangen, und wo aller Gewinn aufhört.

die aus dem Feuerbehältniſſe ſtrömmt, und bei dem Durchgange durch den Keſſel in einer großen Anzahl kleiner Röhren ſich vertheilt, kann ihren Ueberfluß an Wärme dem Waſſer mittheilen, ehe ſie in den Rauchfang geht. Dieß iſt alles, was der ſchärfſte Erfindungsgeiſt bewirken kann. Der Rocket hatte 25 Röhren, jede von 3 Zoll Durchmeſſer, und das Princip iſt ſeitdem in einem noch weiteren Umfange angewendet worden.

Wenn der Luft, ehe ſie den Rauchfang erreicht, ein großer Theil ihrer Wärme entzogen wird, ſo kann dieß eine Folge haben, die auf den erſten Blick mit der größten praktiſchen Schwierigkeit verbunden zu ſeyn ſcheint; der Rauchfang würde ſeinen Zug verlieren. Dieſer Schwierigkeit aber ward abgeholfen, indem man den überflüſſigen, aus dem Cylinder entweichendem Dampf benutzte, einen Zug in dem Rauchfange hervorzubringen. Dieſer Dampf wurde durch aufwärts gerichtete Röhren mit ſolcher Gewalt getrieben, daß ein hinlänglicher Luftzug zum Anfachen des Heerdfeuers entſtand.

Man wird bemerken, daß der Luftzug in dem Dampfwagen Novelty nach einem ganz verſchiedenen Princip hervorgebracht wird, nämlich durch ein von der Maſchine bewegtes Gebläſe. Es fragt ſich in Beziehung auf dieſe beiden verſchiedenen Vorrichtungen, ob mehr Kraft verloren gehe, wenn man den Dampf durch eine Röhre treiben läßt, wie bei dem Rocket, oder wenn man ein Gebläſe anwendet. Die Kraft welche erforderlich iſt, den Dampf durch die Röhre zu treiben, muß durch die Kolbenbewegung gegeben werden, und ſie muß daher die zum Treiben der Maſchine nöthige Kraft um eben ſo viel vermindern. — Auf der andern Seite aber muß die zur Bewegung des Blaſebalgs im Novelty erforderliche Kraft von der für die Maſchine nöthigen gleichfalls abgezogen werden. Es hat ſich ergeben, daß die erſte Vorrichtung die wirkſamſte und ſparſamſte iſt.

Man wird begreifen, wie wichtig dieſe Einzelheiten ſind, wenn man bedenkt, daß die Geſchwindigkeit, mit welcher ein Dampfwagen ſich bewegen kann, keine andere Grenze hat,

als die Fähigkeit, in einer gegebenen Zeit, eine bestimmte Dampfmenge zu erzeugen. Jeder Kolbenhub bewirkt eine Umdrehung der Räder und verbraucht 2 Cylinder voll Dampf, folglich entspricht ein Cylinder voll Dampf einer bestimmten Länge der befahrenen Straße. Die Aufgabe, eine Maschine zu bauen, die einer schnellen Bewegung fähig ist, wird daher gelöst seyn, wenn ein schneller und reichlicher Zufluß von Wärme hervorgebracht und diese Wärme dem Wasser schnell und wirksam mitgetheilt werden kann.

Die Vorrichtung, den Heerdkanal in Röhren abzutheilen, wurde von Stephenson nach der Erbauung des Rocket noch viel weiter ausgedehnt, und der Grundsatz lag in der That so sehr auf der Hand, daß man nicht einsieht, warum nicht gleich anfänglich Röhren von geringerem Durchmesser als drei Zoll gebraucht wurden. In den seitdem gebauten Maschinen ist die Zahl der Röhren verschieden von 90 bis 120 und der Durchmesser auf 2 Zoll und weniger herabgesetzt, und man hat in einigen Fällen sogar 150 Röhren, jede von $1^{7}/_{2}$ Zoll im Durchmesser angewendet. In dem Dampfwagen Meteor sind 20 Quadratfuß der Wärmestrahlung ausgesetzt und 139 Fuß der Berührung der heißen Luft, in dem Arrow (Pfeil) 20 Quadratfuß der Wärmestrahlung und 145 der Berührung der heißen Luft. Die auf diese Weise erlangte Ersparung an Brennstoff zeigt folgende Zusammenstellung, welche angiebt, wie viel Koks erforderlich waren, um auf jeder der genannten vier Maschinen eine Tonne Last eine englische Meile weit fortzuschaffen, so wie das Verhältniß der Geschwindigkeit.

Maschinen.	Geschwindigkeit in Meilen auf die Stunde.	Kohlenverbrauch in Pfunden für die Tonne auf eine Meile.
Rocket	14	2,41
Sanspareil . . .	15	2,47
Phönix	12	1,42
Arrow	12	1,25

Seit der Eröffnung der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester sind die Dampfwagen immer mehr verbessert worden. Kaum verging ein Monat, ohne daß eine Veränderung in Einzelnheiten angegeben ward, um Brennstoff zu ersparen, die Dampferzeugung zu beschleunigen, die Abnutzung der Maschine zu vermindern, die Stärke der verschiedenen Theile zu vermehren. Dieß hat die Folge gehabt, daß die von uns genannten Maschinen und andere ähnlicher Art, ohne daß sie unbrauchbar oder abgenutzt gewesen wären, beseitigt worden sind, um wirksameren Platz zu machen. Der Umstand, daß in dem Rocket und ähnlichen Maschinen die Cylinder der Atmosphäre ausgesetzt waren, verursachte eine bedeutende Wärmeverschwendung, und es wurde daher beschlossen, sie von der Außenseite des Kessels zu entfernen und sie in ein Gehäuse unmittelbar unter dem Rauchfange zu stellen. Dieses Behältniß wurde durch die Nähe des Kessels und noch mehr durch die heiße Luft, die stets aus den Röhren einströmte, erwärmt. Diese Veränderung machte eine andere nothwendig, welche die Wirksamkeit der Maschine verbesserte. Bei den älteren Maschinen wurde die Bewegung des Kolbens dem Rade durch eine Verbindungsstange mitgetheilt, welche an eine der Speichen auf der äußeren Seite des Rades befestigt war, wie Fig. 116 zeigt. Da nun bei der oben erwähnten Veränderung die Cylinder ihren Platz zwischen den Rädern unter dem Rauchfange erhielten, so war jene Bewegungsart nicht mehr anwendbar, und man hielt es für besser, die Kolbenstangen mit 2 Kurbeln zu verbinden, die in rechten Winkeln auf die Achsen der großen Räder gestellt waren. Es ergab sich, daß die Bewegung der Maschine dadurch gleichförmiger ward, und weniger Spannung statt fand, als bei der früheren Vorrichtung. Dagegen wurde durch die Anwendung einer Kurbelachse ein bedeutender Nachtheil herbeigeführt, da die aus einer solchen Form der Achse nothwendig entstehende Schwäche dieser Theile nur durch große Dicke und Schwere des Metalles ausgeglichen werden konnte, und selbst diese Vorsichtsmaaßregel verhütet

nicht immer das Zerbrechen ſolcher Achſen in den Winkeln, welche die Kurbel bilden. Man hält deſſen ungeachtet die Vortheile dieſer Vorrichtung im Ganzen für überwiegend.

Die beſten jetzt gebräuchlichen Maſchinen haben zwei Sicherheits-Ventile, von welchen nur eins der Verfügung des Aufſehers überlaſſen iſt. Die Hitze wird, da die Röhren kleiner und zahlreicher als in den älteren Maſchinen ſind, der Luft vollkommen entzogen, ehe ſie in den Rauchfang tritt. Bei dem geringeren Umfange der Röhren iſt ein ſtarker Luftzug noch nothwendiger als früher, und wird dadurch bewirkt, daß der Dampf, der die Kolben bewegt hat, durch eine verengte Röhren-Mündung in den Rauchfang getrieben wird. Dieſe Vorrichtung läßt ſich in der Art regeln, daß man den Luftzug nach Belieben verſtärken kann.

Einer der beſten jetzt gebräuchlichen Dampfwagen iſt in Fig. 122 dargeſtellt. A iſt der cylindriſche Keſſel, durch deſſen untere Hälfte Röhren laufen, wie bei dem Rocket. Es ſind deren gewöhnlich 80 bis 100, von ungefähr $1\frac{1}{2}$ im Durchmeſſer. Der Keſſel iſt gegen 7 Fuß lang. Das Feuerbehältniß befindet ſich am Ende deſſelben, bei F wie bei dem Rocket, und iſt auf ähnliche Weiſe eingerichtet. Die Cylinder ſind in einem Behältniſſe am andern Ende, unmittelbar unter dem Rauchfange. Die Kolbenſtangen werden durch Lenker in ihrer horizontalen Lage unterſtützt und es gehen von ihnen Verbindungsſtangen unter dem Wagen zu den beiden Kurbeln, die auf die Achſe der großen Räder geſtellt ſind. Die Wirkungen irgend einer Ungleichheit auf der Bahn werden durch die Federn aufgehoben, auf welchen die Maſchine ruht, da dieſe Federn unter der Achſe der großen Räder und über der Achſe der kleinen ſind. Der Dampf wird den Cylindern mittelſt der gewöhnlichen Schieb-Ventile zugeführt und entzogen, die von einem auf die Achſe der großen Wagenräder geſtellten excentriſchen Rade geſteuert werden. Die Bewegung wird von dieſem excentriſchen Rade dem Ventile durch Schiebſtangen mitgetheilt. Am Ende der Maſchine in der Nähe des Feuerheerdes F hat der Maſchinenwärter ſeinen

Platz. Zwei Hebel C ragen am Ende hervor. Sie sind mit den Ventilen durch Stangen verbunden um die Maschine leiten und ihre Bewegung regeln zu können. Die Räder dieser Maschinen sind gewöhnlich von Holz und mit Eisen beschlagen; in der neuesten Zeit aber hat Stephenson in einigen Fällen eiserne Räder mit hohlen Speichen gewählt. Die Maschine zieht einen Wagen nach sich, der Wasser und Kohlen führt. Bei einer leichten Ladung macht sie die Reise zwischen Liverpol und Mancheſter, ohne frisches Wasser einzunehmen. Bei schweren Ladungen wird gewöhnlich auf der Mitte der Bahnlinie Wasser eingenommen.

Ueberblicken wir alles, was wir bis jetzt gesagt haben, so ergiebt sich, daß die Wirksamkeit von Dampfwagen auf Eisenbahnen hauptsächlich von drei Umständen abhängt, 1. von der unbeschränkten Wirkungskraft des Zuges auf dem Feuerplatze, der durch das Forttreiben des überflüssigen Dampfes in den Rauchfang hervorgebracht wird; 2. von der unbeschränkten Thätigkeit der Vorrichtung, mittelst welcher der vom Heerde entweichenden Luft ihre Wärme durch die von Both angegebenen, durch den Kessel laufenden Röhren entzogen wird: 3. von der Vorrichtung, die Cylinder durch Aufstellung unter dem Rauchfange warm zu halten [1]). Dies sind, minder bedeutende Einzelnheiten abgerechnet, die wichtigsten Verbesserungen, welche kein Maschinenbauer aus den Augen setzen sollte.

Die nach und nach erfolgte Einführung dieser Verbesserungen der Dampfwagen hat eine verhältnißmäßige Erhöhung ihrer Leistungskraft, und eine größere Ersparung an Brennstoff zur Folge gehabt. Sie sind jetzt auf einen Punkt gekommen, der die ersten Erwartungen der hoffnungslusti-

---

1) Robert Stephenson, ein geschickter und erfahrner Dampfwagenbauer, legt großes Gewicht auf diese Bedingung. Andere haben sie in der neuesten Zeit aufgegeben, um die damit nothwendig verbundene Kurbel-Achse entbehren zu können.

gen Unternehmer eben ſo ſehr überflügt, als er hinter der Vollkommenheit, welche dieſe wundervollen Maſchinen noch erreichen können, gewiß zurückbleibt.

Beobachtungen, die im Frühling 1832 auf der Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter gemacht wurden, lieferten Ergebniſſe, welche ungeachtet der ſeitdem eingeführten Verbeſſerungen der Maſchinen, im Weſentlichen noch dieſelben ſind. Der Dampfwagen Victory, 8 Tonnen und 2 Centner ſchwer, zog 20 Güterwagen mit 92 Tonnen 19 Centner Ladung auf dem Wege von Liverpool nach Mancheſter in einer Stunde 34 Minuten 45 Sekunden. Auf einer geneigten Ebene von 1 in 96 Fuß Steigung, die ſich 1¼ Meilen weit erſtreckt, wurde der Dampfwagen von einem andern, dem Samſon, unterſtützt, und die Fahrt aufwärts ward in 9 Minuten vollendet. Es wurden auf der ganzen Fahrt, 920 Pfund Steinkohlen verbraucht, was ein Verhältniß von ⅓ Pfund für jede Tonne auf die engliſche Meile gab. Auf ebener Bahn wurden 18 Meilen in 1 Stunde zurückgelegt, bei 4 Fuß Fall auf eine Meile 21¼ Meilen in einer Stunde, bei der Steigung der Bahn von 8 Fuß auf einer Meile 17⅝ Meilen in einer Stunde. Der Dampfwagen Samſon, 10 Tonnen 2 Centner ſchwer, mit 50 Pfund Dampfdruck und 150 Röhren im Feuerplatze, zog 50 mit Kaufmannsgütern von 150 Tonnen Nettogewicht beladene Wagen, einſchließlich der Wagen und Vorräthe, überhaupt ein Gewicht von 223 Tonnen 6 Centner. Dieſe Reiſe ward in zwei Stunden und 40 Minuten, den Aufenthalt unterwegs mitgerechnet, zurückgelegt, auf ebener Bahn 12 engl. Meilen in einer Stunde, bei einem Fall von 6 Fuß auf eine Meile 16 Meilen in einer Stunde, bei 8 Fuß Steigung auf 1 Meile 9 Meilen in einer Stunde. Es wurden 1762 Pfund Kohlen verbraucht, oder ¼ Pfund für die Tonne auf die Meile.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen geht hervor, daß ein Dampfwagen, der in gutem Stande iſt und ſeine volle Ladung hat, mit einem Aufwande an Feuerungsmitteln, der etwa 8 Loth Koaks für die Tonne auf eine Meile beträgt, La-

ſten fortſchaffen kann. Zur Beſorgung der Maſchine ſind blos ein Maſchinenwärter und ein Heizburſche nöthig. Es iſt jedoch zu bemerken, daß in der Praxis die Maſchinen ſelten ihre volle Ladung erhalten, und werden geringere Ladungen fortgeſchafft, ſo müſſen aus nahe liegenden Gründen die verhältnißmäßigen Koſten größer ſeyn. Der wirkliche Aufwand an Feuerungsmitteln auf der Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter kann auf ungefähr $^1/_2$ Pfund Kohlen für die Tonne auf jede engliſche Meile angeſchlagen werden.

Wir haben die Leiſtungskraft dieſer Maſchinen entwickelt, und müſſen nun auch einige der Mängel angeben, an welchen ſie leiden. Die großen Anlagekoſten und der bedeutende Aufwand für die Ausbeſſerung der Maſchinen haben die Hülfsmittel der Unternehmer ſehr angegriffen. Einer der beſten neueren Dampfwagen koſtete gegen 800 Pfund Sterling. Es läßt ſich hoffen, daß durch den aufgeregten Wetteifer, durch die aus vielfacher Uebung hervorgehende Leichtigkeit künftig eine Herabſetzung der Koſten bewirkt werden könnte. Weit bedeutender aber als das Anlage-Kapital iſt der Aufwand, der die Abnutzung der Maſchinen veranlaßt, und das Zerbrechen derjenigen Theile, die der größten Spannung ausgeſetzt ſind, hat Ausgaben veranlaßt, welche die Berechnungen der Unternehmer weit überſchritten haben. Dieſer Aufwand muß zwar zum Theil dem Umſtande zugeſchrieben werden, daß die Maſchinen in den Verhältniſſen und der Anordnung ihrer Theile noch nicht den Grad von Vollkommenheit erreicht haben, deſſen ſie fähig ſind und der Erfahrung allein erreichen kann, aber es giebt doch einige Mängel die in die Augen fallen. Die Enden der Keſſel ſind flach, und von Eiſen, wie der ganze Keſſel ſelbſt. Die durch den Keſſel laufenden Röhren waren bis auf die neueſte Zeit von Kupfer, und waſſerdicht in die Enden des Keſſels eingelaſſen. Iſt der Keſſel geheizt, ſo werden die Röhren in einem höhern Grade ausgedehnt, als die übrigen Theile des Keſſels, und daher häufig locker an den Enden, wodurch ſie leck werden, oder ſich krümmen. Die Nothwendigkeit, die Röhren

herauszunehmen und wieder zu befeſtigen, verurſacht ſtete Ausgaben. Man wird ſich erinnern, daß ſich der Feuerheerd an dem einen Ende des Keſſels unmittelbar unter der Oeffnung befindet. Der ſtarke durch das Feuer gehende Luftzug führt Kohlenaſche hinweg und treibt ſie heftig in die Röhren, beſonders die unteren, die daher ſehr bald verderben, da die Kohlenaſche ihre innere Oberfläche angreift. Nach kurzer Zeit müſſen einzelne Röhren durch neue erſetzt werden. und wird dieß verſäumt, ſo zerſpringen ſie nicht ſelten. Nach einer gewiſſen Zeit müſſen die Maſchinen ganz neue Röhren erhalten, was einen Aufwand von beinahe 70 Pfd. St. macht, den Verkaufswerth der alten eingerechnet. Dieſe Abnutzung der Röhren möchte ſich vermeiden laſſen, wenn der Heerd niedriger und weiter entfernt von ihren Oeffnungen angelegt würde, oder noch beſſer, wenn man ein Metallbehältniß, daß ſich mit Waſſer anfüllen ließe, zwiſchen dem Heerd und den der Kohlenaſche am meiſten ausgeſetzten Röhren anbrächte. Die ungleiche Ausdehnung der Röhren und des Keſſels unter dem Einfluſſe der Hitze möchte ein unheilbarer Mangel ſeyn, wenn man die jetzige Form der Maſchine beibehalten will. Könnte man den Heerd und den Rauchfang an demſelben Ende des Keſſels anbringen, ſo daß die Röhren eine gekrümmte Geſtalt erhielten, ſo würde die ungleiche Ausdehnung keine nachtheilige Wirkung haben, aber die Reinigung der Röhren ſchwierig ſeyn, wenn ſie wie jetzt der Kohlenaſche ausgeſetzt wären. Eine andere Urſache des Aufwands iſt die Abnutzung des Keſſel-Endes, das der Wirkung des Feuers ausgeſetzt iſt und daher ſtets ausgeflickt, oft erneuert werden muß.

Eine bedeutende Verbeſſerung iſt in der neueſten Zeit eingeführt worden, indem man ſtatt der kupfernen Röhren meſſingene genommen hat. Was auch die Urſache ſeyn möge, ſo viel hat die Erfahrung gezeigt, daß meſſingene Röhren bei weitem nicht ſo ſchnell ſich abnutzen als kupferne.

Es iſt von einigen Gegnern der Eiſenbahnen, noch mehr aber von Gegnern der jetzt gebräuchlichen Dampfwagen be-

hauptet worden, daß einer der auf der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn gebrauchten Wagen jährlich 1500 Pfd. St. koſte, und daß die Unternehmer die Abſicht hegten, die Dampfwagen ganz aufzugeben und ſtehende Dampfmaſchinen oder Pferdekraft zu gebrauchen. Was die erſte dieſer Behauptung betrifft, ſo muß bemerkt werden, daß die Koſten der Ausbeſſerung ſolcher Maſchinen nie in Beziehung auf Zeit, ſondern vielmehr auf Leiſtungen oder auf Entfernungen die ſie durchreist haben, berechnet werden ſollten. Dr. Lardner hat ſich überzeugt, daß Maſchinen oft eine Entfernung von 25,000 bis 30,000 engl. Meilen zurück legen, ehe eine Erneuerung der Röhren notwendig iſt. Während dieſer Leiſtungen mögen allerdings einzelne Röhren erſetzt werden müſſen, und andere Ausbeſſerungen nöthig ſeyn, deren Koſten aber gewiß unter dem erſten Anlage-Kapital ſtehen. Die andere Behauptung, daß die Aktiengeſellſchaft die Abſicht habe, ſtehende Maſchinen oder Pferde ſtatt der Dampfwagen einzuführen, iſt durchaus ungegründet. Welche Verbeſſerungen man auch bei den Dampfwagen anzubringen denken möge, die Direktoren haben gewiß nicht die mindeſte Abſicht, in den Fortſchritten der Verbeſſerungen auf die angegebene Weiſe rückwärts zu gehen.

Die Koſten der Dampfwagen haben den frühern Anſchlag ſo weit überſtiegen, daß man es zu Anfange des Jahres 1834 für angemeſſen hielt, eine Unterſuchung über die Urſachen des Unterſchiedes zwiſchen dem veranſchlagten und dem wirklichen Aufwande anzuſtellen, mit der Abſicht, praktiſche Mittel zur Verminderung der Koſten aufzufinden. Es ward ein beſonderer Ausſchuß ernannt, dem der Kaſſirer Booth zugeſellt ward, um jene Unterſuchung zu führen. Die Ergebniſſe wurden in einem gründlichen und befriedigenden Berichte dargelegt. Walker und Raſtrick hatten in ihrem frühern Gutachten, das die Anwendung von Dampfwagen empfahl, den Anſchlag gemacht, daß die Fracht für die Tonne 0,278 Penny oder etwa einen Farthing auf die Meile betragen werde. Fünf Jahre nach den von ihnen angeſtell-

ten Untersuchungen aber ergab sich, daß die wirklichen Kosten sich auf 0,625 Penny, oder etwas über einen halben Penny (4 Pfennige) für die Tonne auf jede Meile beliefen, weit über das Doppelte des ursprünglichen Anschlages. Booth war bemüht, die Ursachen dieser Abweichungen zu entdecken, indem er die von Walker und Rastrick bei ihrer Schätzung angenommenen Umstände mit denjenigen verglich, unter welchen die Fortschaffung der Waaren wirklich stattfand. Der erste Unterschied, den er bemerkte, betraf die Schnelligkeit der Fortschaffung. Der Voranschlag hatte eine Geschwindigkeit von zehn englischen Meilen in einer Stunde angenommen, und es wurde behauptet, daß eine vierfache Geschwindigkeit einen Zusatz von 50 Prozent Kraft erfordern würde, ohne die Abnutzung der Maschine in Rechnung zu bringen. Nun aber ergab sich, daß die wirkliche Geschwindigkeit doppelt so groß war, als die frühere Annahme zum Grunde gelegt hatte, und Booth hielt es für nöthig in dieser Beziehung 25 Prozent mehr hinzuzufügen.

Der zweite Unterschied betraf den Betrag der Ladungen. Der Voranschlag hatte angenommen, daß jeder Dampfwagen mit seiner vollen Ladung abfahren und mit derselben die ganze Entfernung zurücklegen werde. Die Erfahrung aber hatte gezeigt, daß statt einer vollen Ladung von Manchester die Hälfte der Wagen leer nach Liverpool zurückkam, und statt daß die Fracht auf dem ganzen Wege wäre fortgeschafft worden, machten viele Tausend Tonnen der Ladung nur die Hälfte des Weges. Auch war die tägliche Ladung nicht gleichförmig, sondern ungemein schwankend. Es wurde ferner bemerkt, daß man, um Güter von den Seitenwegen und den zwischenliegenden Plätzen fortzuschaffen, täglich mehrmals Dampfwagen von beiden Endpunkten der Bahn abschickt, wobei man mehr den Zweck hat, einen künftigen wohlthätigen Verkehr zu begründen als augenblicklichen Gewinn zu machen. Booth schlug die aus diesen Umständen hervorgehenden Nachtheile so hoch an, daß er dem ursprünglichen Voranschlage 33 Prozent hinzufügte.

Ein anderer Unterſchied ging aus den Bewerungsmitteln hervor. In dem Voranſchlage hatte man Steinkohlen angenommen und den Preis zu $^{10}/_{12}$ Schilling für die Tonne berechnet. Später aber verbot eine Parlaments-Akte den Gebrauch der Steinkohlen, des Rauches wegen, und die Aktiengeſellſchaft mußte Koacks zu $17^{1}/_{2}$ Schilling die Tonne nehmen.

Wurden dieſe verſchiedenen Abweichungen in Rechnung gebracht und der Anſchlag verhältnißmäßig erhöht, ſo ergab ſich, daß die Fortſchaffungskoſten auf 0,601 Penny für die Tonne auf die engliſche Meile ſtiegen, was bis auf $^{1}/_{40}$ Penny dem jetzigen Koſtenbetrage gleich kommt. Dieſer Unterſchied wird auch hinlänglich gerechtfertigt durch die Abnutzung, welche die vermehrte Schnelligkeit herbeiführte, beſonders wenn man in Erwägung zieht, daß viele Maſchinen gebaut wurden, ehe man auf die erforderliche große Schnelligkeit rechnete. „Was iſt nun das Ergebniß dieſer entgegengeſetzten und ſich entgegen wirkenden Umſtände?“, ſagt Booth in dem von ihm entworfenen Berichte des Ausſchuſſes. „Und was iſt die jetzige Lage der Geſellſchaft hinſichtlich der bewegenden Kraft?“ Die Antwort iſt, daß ſie ſich noch immer auf dem Wege eines Verſuches befindet, um praktiſch die beſte Bauart und die dauerhafteſten Materialien für Dampfwagen auszumitteln, welche größere Ladungen fortſchaffen und eine größere Geſchwindigkeit erreichen ſollen, als man noch vor kurzer Zeit für möglich hielt und als vor wenigen Jahren der kühnſte Erfinder ſich einbilden konnte, und daß alle Verſuche nicht mit der ruhigen Ueberlegung und den gemeſſenen Schritten gemacht werden konnten, welche heilſame Vorſicht gebietet, wobei jeder neue Schritt auf dem Wege der Entdeckung ſich bewähren muß, ehe man andere wagt, ſondern mitten unter dem unruhigen Gedränge und bei aller Verantwortlichkeit eines zunehmenden Verkehrs. Die Direktoren wußten nicht, wie lange jede Maſchine dauern würde, bis ſie als unwirkſam bei Seite geſtellt werden mußte, ſondern ſie mußten Maſchinen haben, mochten ſie gut oder ſchlecht

seyn; sie erkannten die Mängel und Unvollkommenheiten, welche sich zu jener Zeit nicht beseitigen ließen, aber sie mußten die Maschinen, trotz allen Nachtheilen kostspieliger Ausbesserungen in Bewegung halten. Noch immer ist dieser große Versuch nicht abgeschlossen, aber die größten Schwierigkeiten sind meist überwunden, und es läßt sich mit Grund erwarten, daß die Kosten in dieser Hinsicht sich bald bedeutend vermindern werden, zumal wenn man erwägt, was die Maschinen jetzt leisten, in Vergleichung mit den Leistungen, die man vor zwei Jahren sah."

In dem mit dem 31. December 1831 geschlossenen halben Jahre hatten 6 der besten Dampfwagen (Planet, Merkur, Jupiter, Saturn, Venus, Aetna) 66,044 engl. Meilen (jede einzeln 8000 bis 12000) zurückgelegt. In dem mit dem 31. December 1833 geschlossenen halben Jahre aber hatten die besten sechs Maschinen (Jupiter, Saturn, Sonne, Aetna, Ajax, Leuchtwurm) überhaupt 95,851 Meilen (jede einzeln 15,000 bis 17,000) zurückgelegt.

Die von Eisenbahnen zu erlangenden Vortheile werden bedeutend vermindert durch die Schwierigkeiten, welche aus den Unebenheiten entstehen, die man auf allen Straßen findet, die aber bei Dampfwagen aus besondern Ursachen große Nachtheile herbeiführen. Will man das Wesen dieser Schwierigkeiten sich erklären, so muß man das Verhältniß beachten, das zwischen der Zugkraft auf einer Ebene und auf einer geneigten Fläche besteht. Auf einer ebenen Bahn kann man die Zugkraft, welche erfordet wird, um eine Ladung fortzuschaffen, die auf Wagen von jetzt gewöhnlicher Bauart ruht, vielleicht auf $7\frac{1}{2}$ Pfund [1]) für jede Tonne anschlagen, d. h. wenn ein Wagen auf einer ebenen Eisen-

---

[1]) Man rechnet jetzt gewöhnlich 9 Pfund auf die Tonne, aber, wie Dr. Lardner nach den von ihm auf Eisenbahnen angestellten Versuchen annehmen zu dürfen glaubt, zu hoch, und er ist der Meinung, daß selbst $7\frac{1}{2}$ Pfund als durchschnittliche Zugkraft auf einer Ebene noch zu viel sey.

bahn mit einer Tonne beladen wäre, so würde die Pferdekraft die erforderlich wäre, die Last zu ziehen, $7^1/_2$ Pfund gleich seyn, und wäre die Last zwei oder drei Tonnen schwer, so würde die erforderliche Kraft auf 15 oder $22^1/_2$ Pfund steigen. Diese Zugkraft, die der Mangel einer vollkommenen Gleichheit der Straße und die Reibung der Räder und Achsen der Wagen nothwendig machen, ist dieselbe, mag die Straße eben oder eine geneigte Fläche seyn, und es wird daher, wenn man eine geneigte Fläche hinanfährt, dieselbe Zugkraft derjenigen Kraft hinzufügt werden müssen, welche dem Streben der Ladung, die Ebene hinabzufallen, entgegen gesetzt werden muß. Dieses Streben findet immer in dem Verhältniß der Höhe zu der Länge einer geneigten Fläche statt, d. h. eine geneigte Ebene bei einer Steigung von 1 Fuß in 100 würde einem Gewicht von 100 Tonnen ein Streben hinabzufallen geben, das sich auf eine Tonne beliefe, und würde daher eine Tonne zu der für eine solche Ladung auf einer vollkommenen Ebene nöthigen Zugkraft hinzufügen. Da nun $7^1/_2$ Pfund ungefähr $^1/_{300}$ einer Tonne sind, so würde, wenn eine geneigte Ebene eine Steigung von 1 Fuß in 300 oder, was dasselbe ist, von $17^1/_2$ Fuß auf eine englische Meile hätte, eine solche Anhöhe $7^1/_2$ Pfund auf die Tonne zu der Zugkraft hinzufügen. Eine geneigte Fläche dieser Art würde daher eine doppelt so große Zugkraft fordern, als eine vollkommene Ebene. Für jede 7 Fuß Steigung auf einer Meile müssen der Zugkraft 3 Pfund auf die Tonne hinzugesetzt werden; wollen wir daher die Kraft ausmitteln, die erforderlich ist, eine Ladung eine gegebene Steigung auf einer Eisenbahn hinanzuschaffen, so müssen wir zuerst $7^1/_2$ Pfund als die zur Ueberwindung des Widerstandes der Straße nöthige Kraft rechnen und dann 3 Pfund für jede 7 Fuß Steigung auf eine englische Meile hinzufügen.

Es liegt am Tage, daß, wenn eine Eisenbahn mehrere geneigte Ebenen, selbst von der mäßigsten Steigung hat, die auf derselben gebrauchte forttreibende Kraft fähig seyn muß, in einem hohen Grade verstärkt zu werden, nach Verhältniß

der Steigung, die zu überwinden iſt. Eine Ebene, die 52½ Fuß in einer engl. Meile ſteigt, erſcheint dem Auge kaum als eine Anhöhe und doch verlangt ſie eine vierfach verſtärkte Zugkraft.

Es iſt der thieriſchen Kraft eigen, daß ihre Stärke innerhalb gewiſſer Grenzen, wie es die Gelegenheit fordert, nach Willkühr in Thätigkeit geſetzt werden kann, die Stärke der mechaniſchen Kraft aber kann in dem eben betrachteten Falle nicht ſo bequem verändert werden, außer in engen Grenzen.

Man hat verſucht, die Schwierigkeiten die für den Gebrauch der Dampfwagen aus geneigten Ebenen entſtehen, auf verſchiedene Weiſe zu beſiegen.

1) Bei der Ankunft am Fuße einer Steigung wird die Ladung getheilt und die Maſchine bringt dieſelbe auf mehreren Fahrten hinan, indem ſie nach jeder Fahrt leer hinabgeht. Dieſem Hilfsmittel ſteht entgegen, daß es Zögerungen verurſacht, und bei einer großen Anzahl von Reiſenden nicht ausführbar iſt. Hätte die Maſchine ihre volle Ladung ſo würde es nach den oben gegebenen Auseinanderſetzungen nöthig ſeyn, dieſelbe in vier Abtheilungen hinanzubringen, wenn die Steigung 52 Fuß in einer engl. Meile hätte. Bei der Fortſchaffung von Gütern hat man dieſes Mittel auf der Liverpool-Mancheſter-Bahn zuweilen angewendet.

2) Es kann ein Hülfs-Dampfwagen am Fuße jeder Steigung bereit gehalten werden, um den Wagenzügen, ſobald ſie ankommen, Beiſtand bei dem Hinanfahren zu leiſten. Gegen dieſes Mittel ſtreitet der Einwurf, daß es koſtſpielig iſt, immer eine Maſchine bereit zu halten. Es würde nothwendig ſeyn, das Feuer immer brennen zu laſſen, es möge gebraucht werden oder nicht, ſonſt müßte der Wagenzug bei der Ankunft warten, bis die Hülfsmaſchine in Thätigkeit treten könnte. Wo aber Wagenzüge zu beſtimmten Zeiten aufbrechen und ankommen, würde dieſer Einwurf weniger Gewicht haben. Auf der Liverpool-Mancheſter-Bahn wird dieſes Mittel jetzt allgemein angewendet, auf geneigten Ebenen von beträchtlicher Länge kann es jedoch nicht vortheilhaft ſeyn.

3) Es kann auf dem Rücken der Anhöhe eine ſtehende Dampfmaſchine errichtet werden, mit welcher ein Wagenzug am Fuße der Steigung durch Stricke verbunden wird. Sie würde im Stande ſeyn, einen oder zwei Wagenzüge auf einmal ſammt ihren Dampfwagen heraufzuziehen, ſobald ſie angekommen wären, ohne daß Zögerung entſtände. Es iſt dabei aber nothwendig, die ſtehende Maſchine beſtändig bereit zu halten, ihre Wirkungskraft auszuüben. Dieſes Mittel iſt mit einem ſtarken Perſonenverkehr kaum vereinbar, außer am Endpunkte einer Bahn.

4) Auf einer vollkommenen Ebene kann die Verbindung zwiſchen dem Keſſel und dem Cylinder im Dampfwagen beſchränkt werden, wenn man das Regulator-Ventil theilweiſe ſchließt, um den Druck auf den Kolben bedeutend geringer zu machen als den Dampfdruck in dem Keſſel. Läßt ſich unter ſolchen Umſtänden ein hinlänglicher Druck auf den Kolben erlangen, um die Ladung auf der Ebene zu ziehen, ſo kann das Ventil, wenn der Wagen ſich der geneigten Ebene nähert, geöffnet werden, um auf den Kolben einen Druck zu bringen, der in demſelben Verhältniſſe größer iſt, als der frühere Druck im Keſſel den Druck auf den Kolben übertraf. Wird das Feuer ſo lebhaft unterhalten, daß während des Hinanfahrens ein hinlänglicher Dampfzufluß ſtattfindet, und iſt die Steigung nicht verhältnißmäßig größer als die erlangte Kraft, ſo wird der Dampfwagen die Ladung ohne weiteren Beiſtand hinanziehen. Es iſt jedoch zu bemerken, daß in dieſem Falle die Ladung der Maſchine geringer ſeyn muß, als der Betrag, den die Adhäſion der Räder auf der Bahn zu ziehen im Stande iſt, denn dieſe Adhäſion muß der für dieſelbe Ladung auf der geneigten Ebene erforderlichen Zugkraft angemeſſen ſeyn, ſonſt würden wie viel Kraftzuwachs auch durch das Oeffnen des Regulator-Ventils gewonnen werden möge, die Räder ſich umdrehen, ohne die Ladung weiter zu ſchaffen. Man hat dieſes Mittel auf der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn gewöhnlich bei der Fortſchaffung von Reiſenden gebraucht, und es iſt in der

That auch das einzige bis jetzt bekannte, das mit der für dieſe Art von Verkehr nöthigen Schnelligkeit vereinbar iſt; doch ſteht ihm entgegen, daß ein weit höherer Druck im Keſſel unterhalten werden muß, als für die Fortſchaffung der Ladung auf den ebenen Theilen der Bahn nothwendig iſt. — Bei der Anwendung dieſes Mittels läßt ſich der Erfolg bedeutend erhöhen, wenn man während des Hinanfahrens den Zufluß des Speiſewaſſers hemmt. Man wird ſich erinnern, daß ein Gefäß mit kaltem Waſſer ſich auf dem Vorrathswagen befindet, welcher der Maſchine folgt, und daß das Waſſer aus demſelben mittelſt einer von der Maſchine in Bewegung geſetzten Pumpe in den Keſſel getrieben wird. Dieſe Pumpe iſt ſo eingerichtet, daß ſie ſo viel kaltes Waſſer zuführt, als der Verdampfung gleich iſt, ſo daß ſtets dieſelbe Waſſermenge im Keſſel iſt. Auf der andern Seite aber iſt iſt klar, daß der Zufluß dieſes Waſſers die Verdampfung leicht hemmen kann, denn während es zu der Temperatur des Waſſers, mit welchem es ſich vermiſcht, erhoben wird, muß es einen beträchtlichen Theil der von dem Feuer gegebenen Wärme in ſich aufnehmen. Der Maſchinenwärter kann bei dem Hinanfahren um die Dampferzeugung zu beſchleunigen, die Thätigkeit der Waſſerpumpe hemmen. Die Verdampfung wird dann mit vermehrter Schnelligkeit geſchehen, und der dadurch herbeigeführte Waſſermangel kann auf der nächſten ebenen Bahnlinie durch die Pumpe erſetzt werden, oder noch wirkſamer bei der nächſten Senkung der Bahn, wo die Thätigkeit der Maſchine unterbrochen iſt, und der Wagenzug vermöge ſeiner eigenen Schwere hinabgeht. Dieſes Mittel kann auf den für Reiſende beſtimmten Eiſenbahnen mit Erfolg angewendet werden, wenn die geneigte Ebene nicht über 18 Fuß Steigung in einer engliſchen Meile hat, und ſelbſt Steigungen von 36 Fuß in einer engl. Meile können auf dieſe Weiſe überwunden werden, wenn man einen Theil der bewegenden Kraft opfern will. Da dieſes Opfer jedoch beträchtlich iſt, ſo wird es vielleicht immer beſſer ſein, bei ſteileren Steigungen Hülfsmaſchinen anzuwenden.

Die Verbindung zwiſchen dem Kolben des Cylinders

und den Berührungspunkten der Räder mit der Bahn kann bei der Ankunft auf einer geneigten Ebene so geändert werden, daß der Kolben eine stärkere Wirkung auf die Räder ausübt. Dieß läßt sich auf vierfach verschiedene Weise bewirken, aber man hat bis jetzt kein hinlänglich einfaches Mittel aufgefunden, das praktisch ausführbar wäre, und selbst wenn ein geeignetes Mittel sich darböte, so müßte, wenn anders nicht zu gleicher Zeit die treibende Kraft an Stärke zunähme, die Geschwindigkeit der Bewegung sich in demselben Verhältnisse vermindern, als die Wirkungskraft des Kolbens auf die Räder sich verstärkte. So würde auf der geneigten Ebene der Liverpool-Bahn, die eine Steigung von 55 Fuß in einer engl. Meile hat, die Geschwindigkeit auf beinahe ein Viertheil des Betrages vermindert werden, der auf dem ganz ebenen Theile erlangt wird.

Welche Mittel man aber auch anwenden möge, um Steigungen zu überwinden, so ist das Hinabfahren mit Unbequemlichkeiten verbunden. Die Fahrt abwärts wird durch die Schwerkraft beschleunigt, und wird der Wagenzug nicht aufgehalten, so kann das Hinabfahren, wenn die geneigte Ebene, selbst bei geringer Steigung, von beträchtlicher Länge ist, mit einer Schnelligkeit verbunden seyn, die sehr gefährlich seyn würde. Der Hemmschuh, den man bei einer Fahrt bergab, auf Heerstraßen gebraucht, kann auf Eisenbahnen nicht angewendet werden, und selbst eine sperrende Vorrichtung, die man bei den Rädern anwenden könnte, würde nicht ganz sicher seyn. Die Reibung, welche durch die schnelle Bewegung des Rades hervorgebracht wird, entzündet zuweilen das Holz, und Eisen würde unzulässig seyn.

Nach allem, was wir angeführt und auch schon im zweiten Kapitel zu beweisen gesucht haben, ist klar, daß beträchtlich geneigte Ebenen bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse der vortheilhaften Benutzung einer Eisenbahn hinderlich, und selbst geringe Steigungen mit großen Nachtheilen verbunden sind [1]).

---

[1]) Es ließe sich bei Veränderungen der ebenen Bahn eine ähnliche Vorrichtung anbringen, wie bei Schleusen in Kanälen. Der

Sollen die jetzt auf Eisenbahnen gebräuchlichen Dampfwagen ihre volle Wirkungskraft äußern, so ist es nothwendig, jeder Maschine eine sehr beträchtliche Ladung zu geben. Es ist, wie jetzt unsere Kenntnisse stehen, nicht möglich, drei Dampfwagen dieser Art, deren jeder eine Last von 30 Tonnen zöge, mit denselben Kosten zu bauen und mit denselben Wirkungskraft zu benutzen, als einen Dampfwagen, der 90 Tonnen führte. Daraus entsteht eine Unbequemlichkeit und eine Schwierigkeit, wenn man diese Maschinen zu einer der einträglichsten Fortschaffungsarten, zu dem Personenverkehr benutzen will. Es ist nicht möglich, selbst zwischen Städten, die ein sehr bedeutender Verkehr verbindet, bei jeder Fahrt so viel Reisende zu finden, daß eine solche Maschine auf einer Eisenbahn gebraucht werden könnte [1]). Die Schwierigkeit zu einer bestimmten Stunde eine so ansehnliche Zahl von Reisenden zu erhalten, um die Fahrt machen zu können, liegt zu Tage, und es giebt daher kein anderes Mittel, diesem Nachtheile abzuhelfen, als dieselbe Maschine, die zur Fortschaffung von Reisenden gebraucht wird, auch zur Fortschaffung von Gütern zu benutzen, so daß Güter die Ladung ergänzen können, wenn der Personenverkehr sie nicht giebt. Ist der Güterverkehr hinlänglich, so können solche Maschinen mit ihrer vollen Ladung abfahren, was auch immer die Zahl der Reisenden seyn möge.

Wagenzug könnte auf einer Fläche gehen, die durch ein Maschinenwerk sich heben ließe. So würden bei einer Veränderung der ebenen Fläche der Bahn gleichsam Stufen von einer Ebene zur andern führen, auf welche die Ladungen durch eine Kraft gehoben werden könnten, welche die Maschinerie in Bewegung setzte. Man würde dann den Vortheil haben, daß die Wagenzüge immer auf einer Ebene gingen.

1) Bei Gelegenheit eines Wettrennens in Newton, 15 Meilen von Liverpool, wurden zwei Dampfwagen abgeschickt, die Reisenden abzuholen. Einer derselben wurde durch einen Unfall gehindert die Rückfahrt zu machen, und beide Wagenzüge wurden an eine Maschine gehängt, die bei dieser Gelegenheit 800 Personen zog.

Wir haben aus dem Gesagten ersehen, daß die Dampfwagen, welche in der Maschinenfabrik der Herren Robert Stephenson und Comp. in Newcastle upon Tyne die besten sind. Nirgends konnten auch Verbesserungen sicherer und schneller erfolgen, als in dieser Fabrik, woselbst der bei weitem größere Theil der auf dem Liverpooler Schienenwege arbeitenden Maschinen erbauet wurde. Jede auf der Bahn mit der zuletzt gefertigten Maschine im großen Maaßstab erlangte Erfahrung, konnte schon bei dem Bau der nächstfolgenden benutzt werden, um Mängel zu beseitigen und die Wirkung zu vermehren. In der That zeigen die auf der Liverpooler Bahn arbeitenden Maschinen dieses allmählige Fortschreiten sehr deutlich, da kaum zwei derselben ganz einerlei Form-Abmessung und Einrichtung haben.

Es ist bei einer so verwickelten Maschine, wie ein Dampfwagen, nöthig, nicht bei allgemeinen Beschreibungen, wie wir sie oben gaben, stehen zu bleiben, sondern eine recht spezielle zu geben; wir wählen dazu die von Stephenson für die Brüsseler Eisenbahn gelieferte und mit der laufenden Nro. 88 (der von ihm fabricirten Maschinen) bezeichnete Maschine, die von dem Herrn Wasserbaumeister Henz zu Hattingen am Rhein, in den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins", Jahrg. 1835, 4te Lief. S. 183 ꝛc. so schön beschrieben worden ist. Diese immer fortschreitenden Verbesserungen machen es erklärlich, daß das Stephenson'sche System jetzt fast ausschließlich auf Eisenbahnen angewendet wird, denn auch andere Werkstätten, z. B. die von Bury in Liverpool arbeiten darnach und auch auf der trefflichen Nürnberger Bahn sind sie angewendet. — Worin die Verbesserungen dieser neuesten Maschinen bestehen, soll weiter unten nachgewiesen werden, nachdem die Maschine im allgemeinen beschrieben worden ist; vorläufig wird hier bemerkt, daß durch dieselbe: 1) größere Geschwindigkeit und Kraft 2) Ersparung an Brennmaterial; 3) größere Dauer der Maschine und mehrere Schonung des Schienenwegs in bedeutendem Grade erlangt worden ist. — Im Allgemeinen sind,

wie schon bemerkt zweierlei Arten von Lokomotivmaschinen im Gebrauch, leichtere, welche vorzugsweise zum schnellen Transport mit geringerer Ladung, und schwerere, welche zum langsamern Transport mit starken Ladungen bestimmt sind, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß beide Förderungsarten mit denselben Maschinen nur sehr ungünstige Resultate geben. Die in dem Folgenden beschriebene Maschine, gehört zu der leichtern Art, weicht aber in der Konstruktion nur sehr wenig von der schwerern ab, weshalb letztere nicht besonders gezeichnet ist; jedoch sollen die Abweichungen bei der folgenden allgemeinen Beschreibung namhaft gemacht werden.

Allgemeine Beschreibung der Maschine.

Taf. XI. Fig. 123 und 124 zeigt die Seiten und Hinteransicht, Taf. XII. Fig. 125 den Längendurchschnitt, Fig. 126 den Querdurchschnitt der Heizkammer und Taf. XIII. Fig. 127 den Grundriß der Maschine ohne Kessel.

Auf einen von sechs Rädern unterstützten hölzernen, durch aufgelegte eiserne Platten verstärkten Rahmen ist der cylindrische, aus Eisenblech bestehende, mit einem hölzernen Mantel umgebene, Dampfkessel durch Träger und Streben befestigt. Mit der hintern Bodenplatte des Kessels ist die Heizkammer verbunden, welche aus starken Kupferplatten besteht, und von einer Wasserschicht umgeben ist, die ein mit dem Kessel verbundener Mantel von Eisenblech einschließt. In gleicher Art ist mit der vordern Bodenplatte des Kessels eine kürzere Kammer verbunden, auf deren Boden sich die beiden horizontal liegenden Treibcylinder befinden, und über welcher die Rauchröhre angebracht ist. Diese beiden Kammern stehen durch 100 (bei den größern Maschinen 140) enge messingne Röhren, welche der Länge nach durch den Kessel gezogen sind, in Verbindung und leiten die in der Heizkammer stark erwärmte Luft durch das Wasser des Kessels in den Schornstein. Die tiefer als der Kessel reichenden beiden Kammern sind ferner durch vier eiserne Schienen mit einander vereinigt, welche den Zweck haben, der ganzen Verbindung eine größere

Steifigkeit zu geben, beſonders aber um die erforderlichen Befeſtigungs- und Stützpunkte für den Mechanismus darzubieten. Da der Raum für den Dampfvorrath im Keſſel verhältnißmäßig nur ſehr gering iſt, und das ſtark ſiedende Waſſer in demſelben hoch aufſprudelt, ſo würde, wenn der Dampf unmittelbar aus dieſem Raum in die Cylinder träte, eine große Menge Waſſer mit in dieſelben gelangen und ſehr hinderlich werden. Deßhalb iſt auf der Oberfläche des Keſſels ein kupferner oben halbkugelförmig geſchloſſener Cylinder angebracht, in welchem der unvermiſchte Dampf aufſteigen und ſich ſammeln kann. Von hier wird er mittelſt einer Röhre, welche ſich in zwei Arme ſpaltet, den beiden Cylindern abwechſelnd zugeführt. Der benutzte Dampf entweicht durch eine bis in den Schornſtein reichende Röhre, und befördert den Luftzug in dem letztern auf eine ungemein kräftige Weiſe. Die in Bewegung geſetzten Kolbenſtangen, welche durch angebrachte Leitungen in ihrem horizontalen Gang erhalten werden, wirken mittelſt Lenkerſtangen auf die beiden, im rechten Winkel geſtellten, Krummzapfen der Hauptaxe, auf welcher die beiden großen Treibräder befeſtigt ſind; dieſe erzeugen auf dieſe Weiſe eine Umdrehung der letztern, und damit die Fortbewegung der ganzen Maſchine.

Zwiſchen beiden Krummzapfen ſind auf der abgedrehten Axe der Treibräder zwei mit einander verbundene excentriſche Scheiben angebracht, welche durch zwei Steuerungsſtangen mit den Schiebeventilen der Dampfcylinder verbunden ſind, und ſich ſeitwärts rechts oder links gegen einen Kuppelungsring ſchieben laſſen, der ihnen die Bewegung der Radaxe mittheilt. Wenn die excentriſchen Scheiben von dem einen Kuppelungsring gelöst, und mit dem andern, um die Zeit eines halben Kolbenhubes ſpäter eingreifenden, verbunden ſind, ſo wird dadurch der Dampfzutritt in die Cylinder verwechſelt, und eine Bewegung der Maſchine in der entgegengeſetzten Richtung hervorgebracht.

Durch eine Hebelvorrichtung kann vom Stande des Maſchiniſten aus die Verbindung der Ventile mit der Treibaxe

aufgehoben und der Gang der Maſchine durch Zugſtangen, die mit den Ventilen in Verbindung ſtehen, von demſelben nach Belieben geregelt werden. Zur Speiſung des Keſſels dienen zwei Druckpumpen, deren ebenfalls horizontal arbeitende Kolbenſtangen durch die der Dampfcylinder unmittelbar in Bewegung geſetzt werden.

Das Waſſer befindet ſich in einem, der Maſchine angehängten Munitionswagen, von welchen aus es den Pumpen durch Federſchläuche, die durch Schrauben mit demſelben verbunden ſind, zugeführt wird. Die Felgen der beiden großen Treibräder ſind nicht, wie die vier Leitungsräder, mit vorſpringenden Rändern verſehen, ſondern haben eine ganz ebene Bahn, welche aus einem abgedrehten Kranz von gewalztem Eiſen beſteht. Der den Keſſel ſo wie den ganzen Mechanismus tragende Rahmen wird von ſechs Druckfedern unterſtützt, welche auf den Axenpfannen ruhen, die Laſt gleichförmiger vertheilen und die Stöße aufheben, welche der Verbindung aller Maſchinentheile ſehr verderblich ſeyn würden. Ueber der Heizkammer befindet ſich das Einſteigeloch, durch welches man in das Innere des Keſſels gelangen kann, und auf der Oberfläche des Keſſels ſelbſt ſind die beiden Sicherheits-Ventile angebracht, von denen das eine dem Maſchiniſten unzugänglich iſt, das andere aber mit einer Federwage in Verbindung ſteht, welche die Stärke des Dampfdruckes anzeigt. Der Waſſerſtand im Keſſel wird durch eine Glasröhre markirt, und kann außerdem durch zwei Probirhähne unterſucht werden. Der Zutritt des Dampfes zu den Treibcylindern wird durch einen im Hauptdampfrohr angebrachten Hahn regulirt, welcher mittelſt einer durch den Keſſel gehenden und über der Feuerungsthür mit einer Kurbel verſehenen Axe ganz oder zum Theil geöffnet und verſchloſſen werden kann.

Bei der größeren Maſchine werden durch die Kolbenſtangen der Dampfcylinder zwar auch nur zwei Räder unmittelbar in Bewegung geſetzt, dieſe ſind aber mit noch zwei andern durch Zugſtangen verkuppelt, ſo daß die Maſchine mit vier

Treibrädern arbeitet, folglich ein größerer Theil des Gewichts derselben auf die zur Fortbewegung erforderliche Adhäsion der Radefelgen mit den Schienen verwendet wird. Die kleinere Maschine wiegt 9 Tonnen, davon 5 Tonnen 8 Zentner auf den Treibrädern, die größere wiegt 10 Tonnen 10 Zentner, davon 8 Tonnen 8 Zentner auf den Treibrädern ruhen.

Diese allgemeine Beschreibung gewährt schon eine Uebersicht der seit dem Jahre 1830 eingeführten Verbesserungen im Bau dieser Maschinen, namentlich in Bezug:

1) Auf größere Geschwindigkeit und Krafterzeugung. Beide sind von der Menge und Stärke des in einer gewissen Zeit producirten Dampfes abhängig. Die Dampferzeugung ist aber vermehrt worden:
   a) durch Vergrößerung der Oberfläche der Theile des Kessels, welche den Einwirkungen der Hitze ausgesetzt sind, insbesondere durch Vermehrung der Heizröhren.
   b) Durch Vermehrung des Gewichts der Maschine, welche sie in den Stand setzt, auch auf geneigter Ebne noch eine angemessene Last fortzubewegen.
   c) Durch Vermehrung des Zugs, indem jetzt die Cylinder unter dem Schornstein liegen, und den gebrauchten Dampf durch eine aufsteigende Röhre unmittelbar in demselben aushauchen.
2) Auf Ersparung von Brennmaterial, durch:
   a) Bekleidung des Kessels mit einem hölzernen Mantel.
   b) Verlegung der Cylinder in eine Kammer, durch welche die aus den Zugröhren strömende heiße Luft geht, und wenigstens die Temperatur des Dampfes hat. Beide Einrichtungen verhindern eine Abkühlung der Dampfbehälter, wodurch mit gleichem Brennmaterial eine höhere Spannung mit weniger Brennmaterial auszukommen ist.
   c) Durch Vermehrung des Gewichts der Maschine, welches sie fähig macht, eine größere Nutzlast mit verhältnißmäßig geringerm Brennmaterial fortzuschaffen.

3) Auf größere Dauer der Maſchine und Eiſenbahn:

a) durch horizontale Lage der Treibcylinder, wodurch die Stöße faſt ganz vermieden werden, weil die Kraft parallel mit der Bahn und in der entgegengeſetzten Richtung mit den Wirkungen der Federn arbeitet.

b) Durch Verlegung der Angriffspunkte der Kraft oder der Krummzapfen, zwiſchen die Treibräder, indem ſowohl die Bahn, als noch mehr die Maſchine ſehr litten, als dieſelben noch auf der Außenſeite an einzelne Radſpeichen angebracht waren.

c) Durch Verſtärkung der Maſchinentheile und ihrer Verbindung, welche zuläſſig wurde, als ſich aus den sub 1 und 2 angegebenen Urſachen ergab, daß ſchwerere Maſchinen einen verhältnißmäßig größern Effekt leiſten, als ſo leichte, wie urſprünglich gefordert waren.

d) Durch Anwendung meſſingner Zugröhren, welche länger halten, als die früher angewendeten kupfernen.

Nach dieſer allgemeinen Ueberſicht der Einrichtung und Bewegung dieſer Maſchine kommen wir zur Beſchreibung der Einzelnheiten derſelben, wobei bemerkt wird, daß alle angegebenen Größen ſich auf engliſches Maaß und Gewicht beziehen. Da dieſes Maaß, welches nur wenig von dem preußiſchen verſchieden iſt, beim Bau der Maſchine zum Grunde gelegt war, ſo iſt eine Reduktion auf preußiſches Maaß nicht vorgenommen worden, welche bei den meiſten theils kleinen Abmeſſungen Brüche gegeben hätte, welche die Ueberſicht erſchwerten, ohne praktiſchen Nutzen zu gewähren.

1. Das Wagengeſtell.

Daſſelbe beſteht aus einem rechtwinklig zuſammengeſetzten hölzernen Rahmen, 16½ Fuß lang, 6¼ Fuß breit. Die Balken, aus welchen er gebildet iſt, ſind 7 Zoll hoch, 4 Zoll ſtark, und mit ¼ Zoll ſtarken Eiſenplatten beſchlagen. Die-

ser Rahmen wird von sechs Stück 3 Fuß langen Druckfedern getragen, welche in der Mitte durch die Pfanne der Radaxe unterstützt werden.

Die beiden mittleren befinden sich, wegen der höhern Lage der Treibräderaxe, über den vier andern unter dem Rahmen. Letzterer liegt ganz frei auf den in die Höhe gebogenen Enden der vier äußern Federn, und damit er sich nicht verschieben kann, sind die Eisenplatten, mit welchen die berührten Flächen bekleidet sind, auf beiden Seiten wieder gebogen. Die Enden der beiden mittlern Federn sind durch bewegliche Zwischengelenke mit dem Rahmen verbunden, der auf den zu treffenden Stellen mit den nöthigen Schraubenbolzen zur Befestigung versehen, und an ihnen aufgehangen ist. Die Pfannen, in welchen sich die äußersten Enden der Radaxen drehen, werden jede durch zwei verbundne, $^3/_4$ Zoll starke Backenstücke die an den Langbäumen des Rahmens befestigt sind, getragen und dienen, die gleichförmige Entfernung, so wie den höchst wichtigen Parallelismus der Radaxen unter sich zu erhalten. Damit aber durch diese Verbindung die Wirksamkeit der Federn nicht aufgehoben werde, ist jede dieser Backen mit einem Schlitz versehen, welcher der Büchse eine freie Vertikalbewegung verstattet. Die untern freistehenden Enden der Backenstücke sind zur Erlangung einer größern Steifigkeit der ganzen Verbindung unter sich und mit dem Rahmen durch Strebestangen verbunden. Der vordere Querbalken des Rahmens ist 1 Fuß hoch, und springt nach der Unterseite vor, woselbst, wie Fig. 123 Taf. XI zeigt, zwei runde elastische Vorsprünge angebracht sind, durch welche der Stoß aufgefangen wird, wenn die Maschine hinter der Last angebracht ist, und dieselbe vor sich hinschiebt. Auf dem beschriebnen Rahmen ist der mit seinen beiden Kammern verbundne Kessel befestigt, und zwar in der Mitte durch eine quer über den Rahmen gelegte Schiene, von deren Enden aus Schrägstreben bis zu einem Drittel der Kesselhöhe reichen; an den Seiten der beiden Kammern aber durch bloße Streben, welche in Fig. 123, 124 und 126 angedeutet sind.

Der übrig bleibende Raum von 2 Fuß Länge auf dem hintern Theil des Rahmens iſt mit Brettern belegt, und bildet den Stand des Maſchiniſten, der auf beiden Seiten durch Geländer geſichert iſt. Die über den Rahmen vortretenden Theile der Räder ſind mit Kapſeln überdeckt, ſo daß der Maſchiniſt und Heizer nicht durch dieſelben beſchädigt werden kann. Die tiefer als der Keſſel reichenden Kammern des Feuerraums und der Cylinder ſind durch vier eiſerne, an ihren Enden umgebogene und an die Wände dieſer Kammern geſchraubte, Schienen z z, Fig. 125 und 127, von 3 Zoll Höhe, $^1/_2$ Zoll Stärke mit einander verbunden. Dieſe Schienen werden zugleich zur Befeſtigung der erforderlichen Zapfenlager, für die Steuerung der Gleiſe, für die Horizontalbewegung der Kolbenſtangen, der Druckpumpen und der Zwiſchenlager für die Treibaxe benutzt.

An der äußern Vorderfläche der Heizkammer und unter dem Stand des Maſchiniſten ſind zwei horizontale halbrunde Eiſenplatten, Fig. 125 in einer Entfernung von 6 Zoll befeſtigt, zwiſchen welche die Kuppelungsſtange des Munitionswagens mittelſt eines ſtarken Durchſteckbolzens befeſtigt wird.

2. Der Keſſel mit Zubehör.

Der Keſſel bildet einen hohlen Cylinder von $3^1/_2$ Fuß Durchmeſſer, $7^1/_2$ Fuß Länge, beſteht aus zuſammengenieteten $^1/_2$ Zoll ſtarken Eiſenplatten und iſt, zur Vermeidung der Abkühlung durch die äußere Luft, mit einem Mantel von gefederten tannenen Brettern umgeben, die durch eiſerne Bänder zuſammengehalten werden. Die unmittelbar mit der hintern Bodenplatte des Keſſels verbundene Heizkammer iſt 3 Fuß 4 Zoll lang und breit, und von den Roſtſtäben bis zum Scheitel der flach gebogenen Deckplatte 3 Fuß 2 Zoll hoch. Dieſe aus $^1/_2$ Zoll ſtarken Kupferplatten gebildete Heizkammer befindet ſich in einem Mantel von Eiſenblech eingeſchloſſen, deſſen Obertheil, halbkreisförmig gewölbt, 3 Zoll weit über den Mantel des Keſſels vorſpringt; der Untertheil deſſelben liegt 2 Fuß 10 Zoll tiefer, als der des

Kessels, und bildet den Aschenbehälter unter dem Rost, der mit einer 3 Fuß 9 Zoll breiten, 6 Zoll hohen rechtwinkligen Zugöffnung versehen ist. Der Raum zwischen den Seitenwänden der Heitzkammer und dem umgebenden Mantel ist mit Wasser angefüllt, welches mit dem im Kessel befindlichen in unmittelbarer Verbindung steht. Der Rost wird von achtzehn Stäben gewöhnlicher Form gebildet, welche an ihren Hinterenden mit hakenförmigen Zapfen versehen sind, die in entsprechende Löcher des Unterlagers eingreifen, während die vordern Enden frei auf einem Unterlager ruhen, in dessen Oberfläche für jeden Roststab eine Vertiefung angebracht ist. Das Schürloch ist kreisrund, hat 1 Fuß Durchmesser, liegt mit seinem Mittelpunkt 2½ Fuß über dem Rostbalken, und wird mit einer Thür verschlossen, welche aus zwei in geringer Entfernung mit einander verbundenen Eisenplatten besteht. Mit der vordern Bodenplatte ist in gleicher Art, wie bei der hintern, eine Kammer verbunden, deren halbkreisförmiger Obertheil ebenfalls 3 Zoll über den Umfang des Kessels vorspringt; sie liegt mit ihrem untern abgerundeten Theil 1 Fuß 7 Zoll unter demselben und hat eine Länge von 2 Fuß. Ueber dieser Kammer erhebt sich die aus Eisenblech bestehende 8 Fuß hohe, 1 Fuß im Durchmesser haltende Rauchröhre. Aus der Heitzkammer gehen 100 Röhren von zusammengelötheten Messingblech, mit 2 Zoll äußerem und 1⅛ Zoll innerem Durchmesser, der Länge nach durch den Kessel nach der oben erwähnten Kammer unter der Rauchröhre, und bilden die einzige Verbindung zwischen diesen beiden Räumen. Durch diese Röhren muß also der ganze Zug des Ofens gehen, und die im Feuerungsraum erhitzte Luft kann daher alle Wärme, welche sie im höhern Grad, als das die Röhre umgebende Wasser besitzt, diesem abgeben.

Die größte Schwierigkeit beim Bau dieser Kessel, und wohl der ganzen Maschine, besteht in der dichten Verbindung so vieler enger Röhren mit ihren Enden in den beiden Bodenplatten des Kessels, denn diese Röhren liegen so dicht neben

einander, daß ſie nicht, wie die andern Theile des Keſſels, zuſammen genietet werden können. Gewöhnlich wird folgendes Verfahren angewendet. Nachdem in den Bodenplatten die korreſpondirenden Löcher zur Aufnahme der Röhren mittelſt eines Prägewerkes ausgeſchnitten ſind, und der Keſſel verbunden iſt, werden die ziemlich ſcharf in die Löcher paſſenden Röhren eingezogen und die Enden derſelben ſo abgekürzt, daß ſie nicht über den Bodenplatten vorſtehen. Darauf wird gleichzeitig in beide Oeffnungen jeder Röhre ein ſtählerner Ring, der hinten etwas ſtärker iſt als vorn, mit Gewalt eingeſchlagen, ſo daß die Seitenwände der Röhren feſt gegen den Rand der Oeffnungen gepreßt werden; der noch vorſtehende Rand des Ringes wird aber mit einem runden Hammer ſo lange übergetrieben, bis er einen Anſatz auf der Bodenplatte bildet und das Kopfende der Röhre überdeckt. Fig. 133 Taf. XIII. zeigt den Längendurchſchnitt einer ſolchen Verbindung des Röhrenendes mit der Bodenplatte. Das Mangelhafte dieſer Verbindung liegt darin, daß wenn die Bodenplatten durch den ſtarken Dampf im Keſſel auseinander gedrückt werden, die Röhren, welche ſich nicht in gleichem Maaße der Länge nach ausdehnen können, ihre feſte Verbindung mit der Bodenplatte verlieren. Das Ausweichen dieſer Platten zu vermeiden, werden der Länge nach eiſerne Anker durch manche Keſſel gezogen. Bei dem hier in Rede ſtehenden iſt dieß jedoch nicht geſchehen, und obgleich derſelbe öfters einem Dampfdruck von 60 Pfunden auf den Quadratzoll ausgeſetzt war, zeigte ſich doch kein Durchdringen des Waſſers.

Zur Erzeugung einer großen Dampfmenge iſt bei dieſen Keſſeln ein ſehr ſtarker Zug erforderlich, der indeſſen hier nicht, wie bei ſtehenden Dampfmaſchinen, durch hohe Schornſteine erzielt werden kann, da die Höhe der Rauchröhre bei der Lokomotivmaſchine in ſehr enge Grenzen eingeſchloſſen iſt, und ſelten 15 bis 16 Fuß überſchreiten darf. Solche niedrige Schornſteine gewähren aber ſehr wenig Zug, und es würde nur eine ſehr langſame Dampferzeugung ſtattfinden

können, wenn derselbe nicht auf eine andere Weise zu verstärken wäre. Bei den Stephenson'schen Maschinen geschieht dieß, wie schon weiter oben bemerkt, indem der verwendete Dampf in die Rauchröhre geführt wird, durch welche er stoßweiß ausströmt. Dadurch daß die Kammer, auf welcher die Rauchröhre steht, der äußern Luft unzugänglich ist, wird nach jedem Ausstoß des Dampfes die Luft in derselben sehr verdünnt, wodurch, indem sie sich mit der unter dem Rost befindlichen wieder ins Gleichgewicht setzt, ein starker Zug durch das Feuer und die Heitzröhre entsteht. Damit der entlassene Dampf diesen Zweck desto wirksamer erreichen kann, liegen die beiden Cylinder unmittelbar unter der Rauchröhre, in welche die gemeinschaftliche, an ihrer Ausmündung sich erweiternde Dampfableitungsröhre aufsteigt. Je langsamer die Maschine arbeitet, desto geringer wird also auch der Zug, woraus folgt: daß diese Maschinen überhaupt am wirksamsten sind, wenn sie in der Regel mit solchen Geschwindigkeiten sich bewegen, welche nur eine sehr kurze Zwischenzeit in Ausstoßung des Dampfes zulassen, und am vortheilhaftesten wirkt die Geschwindigkeit auf den Zug, wenn die Dampfausströmung beinahe stetig wird.

Von großer Wichtigkeit ist es bei dieser Art von Dampfkesseln, das Wasser immer möglichst genau auf einem gewissen Stand zu erhalten, weil schon bei einer geringen Senkung die Decke der Rauchkammer, oder die obern Zugröhren, verbrennen würden, während bei einem zu hohen Wasserstand der Dampfraum zu sehr verkleinert und die Dampferzeugung gehindert wird. Um daher den Wasserstand im Kessel gehörig beobachten und danach den Zufluß des Speisewassers reguliren zu können, sind zweierlei Vorrichtungen angebracht. Erstlich eine vertical stehende Glasröhre, deren beide Enden in Hülsen eingekittet sind, davon die untere in den Wasserraum, die obere in den Dampfraum des Kessels mündet. Jede der beiden Hülsen ist mit einem Hahn versehen, welche geöffnet den Zutritt des Dampfes und Wassers in die Glasröhre gestatten, und verschlossen werden

können, um eine Absperrung zu haben, wenn die Röhre durch einen Zufall zerbricht oder zerspringt, oder der Kitt, mit welchem sie befestigt ist, unhaltbar wird. In solchen Fällen würde man jeder Beobachtung des Wasserstandes im Kessel verlustig seyn, und mit Sicherheit die Fahrt nicht weiter fortsetzen können. — Es sind deshalb zweitens außer der Glasröhre, welche sich, wie Fig. 124 zeigt, gerade vor dem Stand des Maschinisten befindet, zur Seite der Heizkammer zwei Probirhähne, von ganz gewöhnlicher Einrichtung angebracht, durch welche sich der Wagenführer, so oft er es nöthig findet, von dem richtigen Stand des Wassers im Kessel Ueberzeugung verschaffen kann. Bei dem sehr geringen Wasserinhalt dieser Kessel und der schnellen Verdampfung bedeutender Wassermengen in demselben wird eine häufige Prüfung des Wasserstandes um so nothwendiger, als man sich nur dadurch von der Wirksamkeit der Nahrungspumpen überzeugen kann.

Nicht weniger Aufmerksamkeit erfordert die Stärke des Dampfes im Kessel, um ein Bersten desselben zu verhindern. Die gewöhnliche Spannung der Dämpfe ist fast bei allen Lokomotivmaschinen dieselbe, und ist gleich einem Druck von 50 Pfunden auf den englichen Quadratzoll Kesselfläche. Damit diese Spannung nicht überschritten werden könne, sind zwei Sicherheitsventile auf dem Kessel angebracht, davon das eine f Fig. 125 dem Maschinisten nicht zugänglich ist; es befindet sich in einer Röhre, durch welche der Dampf entweicht, wenn der Druck desselben so stark wird, daß er das Ventil aufhebt, mit welchem die Oeffnung verschlossen ist. Dieses Ventil wird durch mehrere mit einander verbundene Stahlfedern, von der bei f Fig. 125 gezeigten Form, niedergedrückt, deren Spannung so groß ist, daß sie einem Dampfdruck von 50 Pfunden auf den Quadratzoll des Ventils das Gleichgewicht halten.

Das zweite Sicherheitsventil befindet sich nahe hinter der Heizkammer und ist mit g in Fig. 125 bezeichnet. Dasselbe ist, wie die gewöhnlichen Sicherheitsventile, mit einem

einfachen Hebel verbunden, der aber nicht, wie ſonſt gebräuchlich, durch ein angemeſſenes Gewicht, ſondern durch eine Spiralfeder niedergedrückt wird. Gewichte haben die Unbequemlichkeit, beim raſchen Gang der Maſchine in bedeutende Schwankungen zu gerathen, wodurch ſich intermittirend das Ventil öffnet, und eine große Menge Dampf verloren geht, ohne daß die erforderliche Spannung überſtiegen iſt. Aus dieſem Grunde hat man ſtatt der Gewichte die obengedachte Feder angeordnet, mit welcher eine Skala verbunden iſt, auf welcher ein Zeiger den Druck in Pfunden auf den Quadratzoll andeutet, mit welchem die Feder angeſpannt iſt. Durch eine Schraube kann dieſe Feder angezogen oder nachgelaſſen werden, je nachdem das Sicherheitsventil erſt bei einem ſtärkern, oder ſchon bei einem ſchwächern, als dem gewöhnlichen Dampfdruck ſich öffnen ſoll, welches letztere geſchieht, wenn die Maſchine ſtill geſtellt wird, und die Dampferzeugung noch ihren Fortgang hat.

Um in das Innere des Keſſels gelangen zu können, iſt im Mantel des Heizraums eine Einſteigeöffnung a Fig. 125 in gewöhnlicher Art angebracht und verſchloſſen. Eine ähnliche Oeffnung b befindet ſich unten im Keſſel, welche dazu dient, den Niederſchlag des Waſſers ausräumen zu können.

Die Röhre, welche den Dampf aus dem Keſſel nach dem Cylinder leitet, erhebt ihre Einmündung über die Oberfläche des erſtern in dem kupfernen Behälter c, woſelbſt ſich ein von Waſſer ganz befreiter Dampf anſammelt. Dieſe Röhre geht mit einem Knieſtück durch den Keſſel nach der Kammer unter der Rauch-Röhre, und theilt ſich daſelbſt in zwei Arme, durch welche der Dampf in die Cylinder tritt. Am Knie-Ende der ungetheilten Röhren befindet ſich eine Büchſe, welche mit einem Hahn d verſehen iſt, durch deſſen Umdrehung die Röhre ganz geöffnet, ganz oder zum Theil verſchloſſen, und damit die Menge des zutretenden Dampfes regulirt werden kann. Dieſer Hahn wird vermittelſt einer, den Keſſel der Länge nach durchſtreichenden Axe e gedreht, zu welchem Behuf das

durch eine Stopfbüchſe vortretende Ende derſelben mit einer Kurbel verſehen iſt, die ſich im Bereich des Maſchiniſten befindet.

3. Speiſung des Keſſels.

Das verdampfte Waſſer wird dem Keſſel durch zwei Druckpumpen wieder erſetzt, ſo daß ein immer gleicher Waſſerſtand in demſelben erhalten wird. Das Speiſewaſſer befindet ſich in einem weiter unten zu beſchreibenden Munitionswagen, von welchem es den Saugröhren der beiden Druckpumpen durch zwei Schleiche zugeführt wird. Dieſe Schläuche beſtehen aus ſpringfederartig geſchlagenen hohlen Drathcylindern, welche mit Fiſchhaut und Leder waſſerdicht überzogen ſind. Die Elaſticität dieſer Schläuche iſt nöthig, um den Spielraum zu geſtatten, welcher beim Beginn der Bewegung und beim Anhalten zwiſchen der Maſchine und dem Munitionswagen entſteht. Die beiden Enden der Schläuche enden in meſſingene Büchſen, welche mit Schraubengewinden verſehen ſind, wodurch die Verbindung derſelben auf der einen Seite mit den Ausflußröhren des Waſſerbehälters, auf der andern Seite mit den Saugröhren der Druckpumpe bewerkſtelligt wird. Nahe am Ende dieſer Saugröhre, welche zunächſt durch ein Hängeband h Fig. 125 unterſtützt wird, befindet ſich ein Hahn in derſelben, der, vermittelſt eines vertikal aufſteigenden Schlüſſels durch den Maſchieniſten mehr oder weniger geöffnet, oder ganz verſchloſſen werden kann, um den Waſſerzufluß zur Pumpe zu reguliren, oder ganz abzuſperren. Von hier aus gehen beide Saugröhren neben dem Aſchenbehälter vorbei zu den Stiefeln der Pumpen, wovon jeder durch zwei Träger dd an den Verbindungsbalken zz feſtgehalten wird. Fig. 135 Taf. XIII. zeigt dieſe Verbindung abgeſondert gezeichnet; es iſt die Kolbenſtange des Dampfcylinders, mit welcher der Arm f verbunden iſt, der die Kolbenſtange g der Druckpumpen trägt. Dieſe geht zunächſt durch die Stopfbüchſe h und dann in den Pumpenſtiefel ii, in welchem ſie abwechſelnd das Waſſer aus der Saugröhre hineinzieht und

durch die enggebogene Röhre in den Keſſel, oder vielmehr in den die Heizkammer umgebenden Waſſerraum ausdrückt. Das Zwiſchenſtück k enthält das Boden-, die Büchſen ii zwei Einlaßventile, welche ſich bei dem Vor- oder Rückwärtsgehen des Pumpenkolbens abwechſelnd öffnen oder verſchließen. Die ſämmtlichen Leitröhren ſind aus ſtarkem Kupferblech zuſammengelöthet, und nur die Zwiſchenſtücke, welche die Ventile und Verbindungsſchrauben enthalten, beſtehen aus Gußmeſſing. Jede der beiden Druckpumpen iſt von ſolcher Capacität, um allein das verdampfte Waſſer im Keſſel erſetzen zu können, ſo daß die andere gewiſſermaaßen nur als Reſerve-Pumpe für den Fall zu betrachten iſt, wenn die wirkende ſchadhaft wird, oder der Waſſerſtand im Keſſel ſich durch einen Zufall tiefer ſenkt, als mit der Sicherheit deſſelben verträglich iſt. In der Regel iſt daher der Waſſerzufluß zu einer Pumpe abgeſperrt, und alſo der äußere Luft der Zutritt verſtattet, was durch Eröffnung des Hahns m geſchieht, der dem Maſchiniſten durch die Stange n zugänglich gemacht iſt. Ohne dieſe Vorſicht würde der Kolben einen luftleeren Raum im Stiefel erzeugen müſſen, und da dieß, abgeſehen von dem unützen und ſehr bedeutenden Kraftaufwand, nicht vollkommen geſchehen kann, ſo muß nothwendig die Stopfbüchſe ſowohl, als die Verbindungen der Röhren, undicht und zum Wiedergebrauch untauglich werden. Derſelbe Hahn dient auch dazu, um während des Ganges der ſich im Leitrohr etwa ſammelnden Luft den Ausgang zu geſtatten.

Zur Ablaſſung des Waſſers aus dem Keſſel dient die mit dem Hahn c Fig. 123 Taf. XI. verſchloſſne Oeffnung; durch dieſelbe wird der Keſſel auch anfänglich mittelſt einer vorübergehend damit in Verbindung gebrachten Druckpumpe gefüllt.

4. Uebertragung der Bewegung.

Die Zulaſſung der Dämpfe in die Treibcylinder geſchieht in ganz gewöhnlicher Art durch Schiebventile, deren Längen-

profil Fig. 125 und 138 Taf. XII. angedeutet iſt. Die Cylinder ſind von Gußeiſen, haben 11 Zoll innern Durchmeſſer, 2 Fuß Länge und liegen horizontal. Ueber jedem derſelben, und mit ihm aus einem Stück gegoſſen, befindet ſich eine Kammer hh, in welche der gebrauchte Dampf tritt, und über derſelben eine zweite, mit einem aufgeſchraubten Deckel verſchloſſen, welche mit dem Dampf im Keſſel durch die Röhre ii in ſtetiger Verbindung ſteht. Aus dieſem letztern Raum gelangt der Dampf durch die Oeffnungen kk über oder unter den Kolben, und treibt denſelben vor ſich her; der auf der andern Seite deſſelben befindliche Dampf entweicht aus derſelben Oeffnung, durch welche er eingelaſſen iſt, nimmt ſeinen Weg durch die Höhlung des Ventils l, geht durch die Oeffnung o in den Raum hh, und aus dieſem durch die Dampfableitungsröhre m in den Schornſtein. Hat der Kolben ſeinen Lauf zur Hälfte vollbracht, ſo beginnt die Verſchiebung der beiden verbundenen Ventile in ſolcher Art, daß am Ende des Hubes der Dampf in dem Cylinder verwechſelt iſt.

Die früher verſchloſſene Oeffnung k tritt mit dem Dampf aus dem Keſſel in Verbindung, während die andere k davon abgeſperrt wird, der früher eingelaſſne Dampf entweicht durch die Höhlung des Ventils in den Raum hh und aus dieſem in den Schornſtein. Die auf ſolche Weiſe in Bewegung geſetzte Kolbenſtange geht zunächſt durch eine gewöhnliche Stopfbüchſe r, und wird dann durch zwei, mit ihr verbundne zwiſchen den Gleißen oo Fig. 135 Taf. XIII. ſich bewegende Schlitten genau in horizontaler Richtung erhalten. Die Kolbenſtange endigt mit einem giebelförmigen Ueberwurf, der das Ende der Lenkerſtange pp Fig. 127 Taf. XIII. aufnimmt, durch welche die Bewegung der, mit dem andern Ende derſelben verbundnen, Kurbel an der Treibaxe qq mitgetheilt wird. Beide Cylinderkolbenſtangen wirken in gleicher Art nur in entgegengeſetzter Richtung, und da die beiden Krummzapfen unter einem rechten Winkel gegen einander ſtehen, ſo folgt ein ſtetiges Umdrehen der Axe und der feſt damit verbundenen Treibräder. Die Länge des Kolbenzuges

beträgt 18 Zoll, es muß also jede Kurbel 9 Zoll Biegung haben.

Die größern Maschinen mit vier Treibrädern haben dieselbe Einrichtung, nur sind die Cylinder größer und haben 18 Zoll Durchmesser. Die über die Pfannen hinaus verlängerten Radaxen sind an ihren Enden mit Krummzapfen versehen, welche bei je zwei hinter einander folgenden Rädern mittelst Lenkerstangen mit einander verbunden sind, durch welche ein Theil der bewegenden Kraft von der Treibaxe auf die beiden andern Treibräder übertragen wird.

Der Cylinderkolben, welcher Fig. 128. Taf. XIII im größern Maaßstab gezeichnet ist, besteht aus einem dreiarmigen Kern von Gußeisen a, in dessen Mitte sich ein konisch ausgedrehtes Loch zur Aufnahme der Kolbenstange befindet; das Ende jedes der drei Arme ist ebenfalls durchbohrt. Es dienen diese Löcher c zur Aufnahme der Schraubenbolzen, welche die Boden- und Deckelplatte des Kolbens, zwischen welchen die Metallliederung eingeschlossen ist, mit einander verbinden.

Die Metallliederung besteht aus zwei concentrischen Ringen dd von Kupfer, welche schräg aufgeschnitten sind, damit sie bei der Abnutzung des äußern sich ausdehnen können, und einen festen Anschluß an die innere Wand des Cylinders behalten. Das Andrücken dieser Ringe gegen die Cylinderwand geschieht durch drei starke stählerne Druckfedern ee zwischen den Armen des Kerns; damit dieselben ihren gehörigen Platz nicht verlassen können, ist jede auf einen Bolzen gestreift, der mit einem Ende in den Kern des Kolbens befestigt ist. Um die Federn in der nöthigen Spannung zu erhalten, wenn auch der Ring abgenutzt wird, ist hinter jeder derselben, auf dem sie tragenden Bolzen, eine Schraubenmutter g angebracht, durch deren Anziehung der erforderliche Druck hervorgebracht werden kann.

Die Details der Mittel zur Uebertragung der Kraft des Dampfes auf die Treibräder sind größtentheils aus den Zeichnungen zu ersehen, sie unterscheiden sich auch nicht von denen

der gewöhnlichen Dampfmaſchine, und bedürfen daher keiner nähern Beſchreibung, indem ſie als bekannt vorausgeſetzt werden dürfen. Eigenthümlicher iſt dagegen die Art der Verbindung dieſer einzelnen Theile mit dem Körper, oder dem Geſtell der Maſchine.

Die Cylinder nehmen die ganze Länge der vordern, unter den Rauchröhren befindlichen Kammern ein, in deren Wände die korreſpondirenden Löcher für die innern Oeffnungen eingeſchnitten ſind. Beide Verſchlüſſe oder Deckel der Cylinder befinden ſich außerhalb der Wandflächen gedachter Kammer, von welcher ein koncentriſcher Ring ſich zwiſchen dem Rand des Cylinders und dem des Deckels eingeſchloſſen findet, wodurch erſtern ein ſehr feſtes Lager verſchafft wird. Dieſe vordere Kammer iſt mit der hintern durch die ſchon erwähnten vier Langſchienen z z verbunden, deren jede eine die Hauptaxe umfaſſende Büchſe p p trägt. Eine ſolche, aus zwei Theilen beſtehende Büchſe kann, nach Maaßgabe der Abnutzung, durch die beiden in Schrauben endigenden Keile q q zuſammen gezogen werden. Damit hierdurch nicht etwa die Backen, welche die Büchſe tragen, auseinander gedrückt werden können, ſind dieſelben durch den Schraubenbolzen r in der richtigen Entfernung mit einander verbunden. Um indeſſen durch dieſe Befeſtigung der Treibaxe die Wirkung der Federn auf die Maſchine nicht aufzuheben, iſt die Einrichtung getroffen, daß das Zapfenlager p p ſich zwiſchen der Leitung q q vertikal auf und nieder bewegen kann, zu welchem Ende die Lager p p mit zwei vertikalen Ruthen verſehen ſind, in welche die entſprechenden Vorſprünge der Leitung q q eingreifen. Auf dieſe Weiſe ſind daher, unbeſchadet der Wirkung der Federn, die Angriffs- wie die Stützpunkte der Kraft unverrückbar verbunden, ſo daß, wenn die Lager der Verbindungs- oder Lenkerſtangen und die Treibaxe immer gehörig angezogen werden, die Krummzapfen keine Stöße zu erleiden haben. Um das Löſen dieſer Schließkeile während der Bewegung möglichſt zu verhindern, werden dieſelben noch, nachdem ſie angezogen ſind, durch Stahlſchrau-

ben festgestellt. Die horizontale Leitung der Kolbenstangen ist ebenfalls an je zwei der Verbindungsschienen zz angebracht, wie Fig. 127 im Grundriß und Fig. 128 in der Ansicht zeigen.

Die Leitung besteht aus zwei, durch die Zwischenbolzen oo genau parallel gestellten Schienen, deren innere Flächen ganz eben polirt sind, und zwischen welchen sich der genau passende Schlitten aus Stahl bewegt. An der Unterkante jeder der vier Verbindungsschienen befinden sich vier horizontale, mit Löchern versehene Vorsprünge, an welche die obere Schiene der Leitung angebolzt wird, und zwar an den Enden mittelst der schon erwähnten Stellbolzen oo, in der Mitte durch kleinere Schraubenbolzen, deren Köpfe in der obern Leitschiene versenkt und mit polirt sind. Damit die untere, 20 Zoll lang freiliegende, Leitschiene sich nicht durchbiegen kann, ist sie in der Mitte bogenförmig nach unten verstärkt.

Man hat die Erfahrung gemacht, daß die eigenthümliche rüttelnde Bewegung dieser Maschinen den Schraubenmuttern, durch welche der Verband bewirkt wird, eine starke Neigung giebt, sich zu lösen. Dieß kann aber auf den Gang der Maschine nur sehr nachtheilig wirken, ja Gefahr herbeiführen, weshalb die Abstellung dieses Uebelstandes dringend nöthig war. Das Mittel welches man angewendet hat, ist einfach und entspricht dem Zweck vollkommen. Die Schraubenmuttern, aller wichtigern Maschinentheile, aus deren Lockerwerden nämlich Nachtheil oder Gefahr entstehen könnte, werden jetzt durch Stahlfedern festgestellt, zu welchem Ende die Muttern auf ihren untern Flächen mit einem kreisrund vorspringenden und gezahnten Absatz versehen werden, in dessen Vertiefungen das in einem Knopf auslaufende Ende der Feder eingreift. Fig. 132 Taf. XIII. zeigt die Feststellung der beiden Schraubenmuttern an einer Büchse der Steurungsaxe durch eine Doppelfeder.

5. Steuerung.

Auf dem glatt abgedrehten Theil der Treibäxe, zwiſchen beiden Krummzapfen, befinden ſich, in Form einer verſchiebbaren Büchſe, zwei unter einem rechten Winkel gegeneinanderſtehende excentriſche Scheiben Fig. 134, durch welche die Steurungsſtangen der beiden Cylinder in Bewegung geſetzt werden. Die kupferne Büchſe beſteht aus zwei, der Länge nach geſchiedenen, Theilen aa Fig. 129 und 134, wodurch das Aufbringen derſelben auf die Axe möglich wird, indem die auf beiden Seiten befindlichen Krummzapfen ein Aufſtreifen verhindern. Verbunden ſind beide Theile, außer den Döbeln dd Fig. 129, durch drei Ringe Fig. 127, davon zwei mit den Steurungsſtangen verbunden ſind, der dritte aber zwiſchen beiden angebracht iſt, und einen, weiter unten zu bezeichnenden Zweck hat. An jeder Seite der Büchſe iſt eine der Axe koncentriſche Stahlſcheibe b Fig. 129 und 134 angeſchraubt, welche, um ſie aufbringen zu können, ebenfalls aus zwei Stücken beſteht. Die innere Oeffnung der Büchſe iſt ſehr wenig weiter als der Theil der Axe, auf welchem ſie ſitzt, ſo daß eine Verſchiebung der erſtern mit Leichtigkeit geſchehen kann. Auf der Axe, und zwar zu beiden Seiten der Büchſe, befinden ſich zwei Ringe cc Fig. 134 von denen einer Fig. 130 im Grundriß gezeichnet iſt. Vermöge des Charniers a läßt ſich derſelbe öffnen, und auf die Axe bringen, woſelbſt er durch die Schraube b feſtgeſpannt und durch die Stellſchraube c in der richtigen Lage erhalten wird. — An dem einen verlängerten Blatt d dieſes Ringes befindet ſich ein Vorſprung f Fig. 134, welcher, wenn die Büchſe dagegen geſchraubt wird, in ein entſprechendes viereckiges Loch c der Stahlſcheibe Fig. 129 eingreift und dieſer die Bewegung der Axe mittheilt.

Die Steurungsſtange hat die gewöhnliche Einrichtung und unterſcheidet ſich nur dadurch von der an ſtehenden Maſchinen, daß ſie mit dem, die excentriſche Scheibe umfaſſenden Ringe durch ein Charnier i verbunden iſt, wodurch

beim Seitwärtsverſchieben der Büchſe eine Klemmung des gedachten Ringes auf der excentriſchen Scheibe verhindert wird. Sie umfaßt mit dem an ihrem andern Ende befindlichen Bügel einen Bolzen p Fig. 137, der das Ende des gabelförmigen Hebelarms a verſchließt. Durch dieſen, von der Steurungsſtange in Bewegung geſetzten, Hebel wird der Steurungsaxe b eine drehende Bewegung mitgetheilt, welche ſie auf den unter der Ventilſtange c befindlichen Hebel d überträgt. Dieſe Ventilſtange muß, da ſie zur Vermeidung von Dampfverluſt durch die Stopfbüchſe geht, eine durchaus geradlinige Bewegung annehmen, in welcher Richtung ſie durch die Leitung in Büchſenform e, die mittelſt eines Blattes f an die Keſſelwand geſchraubt iſt, erhalten wird. Das obere Ende des Hebels d, durch welches die Ventilſtange in Bewegung geſetzt wird, beſchreibt einen Bogen, und da letztere, wie oben gezeigt iſt, ſich nur in gerader Linie bewegen kann, ſo iſt eine feſte Verbindung beider Theile nicht möglich. Die Ventilſtange iſt daher zwiſchen ihren Richtpunkten mit einem kleinen viereckigen Rahmen verſehen, in welchem das walzenförmig gearbeitete Ende des Hebels d ſich frei bewegt und ein Hin- und Zurückſchieben der Ventilſtange bewirkt. Die Oeffnung in dieſer Stange hat eine etwas größere Länge, als zur Aufnahme des Hebelkopfes erforderlich iſt, ſo daß keine fortwährende Bewegung der Ventilſtange ſtattfindet, ſondern dieſe im Augenblick des Wechſels im Kolbenlauf ſchnell verſchoben wird. Hieraus ergiebt ſich der große Vortheil, daß die Oeffnungen im Cylinder zum Ein- und Auslaſſen des Dampfes gleich vom Anfang der Bewegung an gänzlich geöffnet ſind, und die volle Kraft des Dampfes auf den Kolben wirkt. Durch eine angemeſſene Entfernung der beiden Schiebeventile von einander, welche ſich durch eine ſie verbindende Schraube mit doppelten entgegengeſetzten Gängen l Fig. 125 ſtellen läßt, kann deſſen ungeachtet das Expanſionsprincip in Anwendung gebracht werden, wie es auch in der Regel bei Lokomotivmaſchinen geſchieht.

Sowohl um die Maſchine in Gang zu bringen, als denſelben nach Umſtänden zu verändern, iſt es nöthig, die Schiebeventile außer Verbindung der Treibaxe bringen zu können; dazu dient die Fig. 5 und 15 gezeichnete Vorrichtung. Durch einen Fußtritt auf den langen Arm des Winkelhebels h, welcher ſich auf der linken Seite vom Stand des Maſchiniſten befindet, wird die Stange kk, und dadurch der mit der Axe l verbundene Hebelsarm m angezogen. Die beiden nach unten gerichteten Hebelsarme nn, welcher die Axe zweier verbundenen beweglichen Walzen oo tragen, werden dadurch gedreht und die Walzen gehoben. Dieſe befinden ſich unter den Steurungsſtangen, welche daher mit ihnen ſo weit gehoben werden, daß ihre Bügel den Bolzen p der Hebel aa an der Steueraxe verlaſſen, wodurch die Verbindung zwiſchen Steuerung und Hauptaxe aufgehoben wird, wie dieſes die punktirten Linien der Fig. 137 näher nachweiſen. Sobald der Druck auf den Winkelhebel h aufhört, ſenken ſich die Walzen wieder, und mit ihnen die Steurungsſtangen, deren Bügel wieder die Bolzen p des Hebelarms a umfaſſen. Dieſes Eingreifen zu ſichern, iſt dem Ende jeder Steuerungsſtange ein ſchweres Gewicht q angehangen.

Sobald auf vorbeſchriebene Weiſe die Verbindung der Ventile mit den excentriſchen Scheiben aufgehoben iſt, müſſen erſtere durch den Maſchiniſten in Bewegung geſetzt werden, wozu folgende Vorrichtungen angebracht ſind. Die beiden Steurungsaxen bb ſind nach der Außenſeite der Maſchine verlängert, jede trägt auf dieſer Verlängerung einen zweiarmigen Hebel ss, deſſen gabelförmig aufgeſchlitzte Enden zwei Zugſtangen tt aufnehmen, welche neben dem Keſſel ſchräg anlaufend, zum Stand des Maſchiniſten gehen, wo ſie auf gleiche Weiſe mit zwei Doppelhebeln verbunden ſind, die ſich, wie Fig. 123 u. 124 Taf. XI und Fig. 127 u. 137 Taf. XIII zeigen, auf den beiden Enden einer Handſteuerungsaxe rr befinden. Dieſe Axe beſteht aus zwei Theilen, welche ſich in entgegengeſetzter Richtung bewegen müſſen, wie es die Ventile der Cylinder erfordern. Fig. 136 Taf. XIII zeigt

den Längendurchschnitt dieser Axe, in deren passender Aushöhlung des einen Theils der andere sich in beliebiger Richtung drehen kann. Jeder dieser für sich beweglichen Axentheile ist mit einem aufwärts gebogenen Hebelsarm u versehen, der in einem horizontalen Handgriff endigt. Wenn daher der Maschinist mit jeder Hand einen Griff umfaßt, und die Hebelsarme abwechselnd anzieht und wegstößt, so werden dadurch die Ventile in gleicher Art geöffnet und verschlossen, unabhängig von der Bewegung der ganzen Maschine, welche damit erst hervorgebracht wird oder verändert werden kann. Der Maschinist hat hiernach die Steuerung ganz in seiner Gewalt, und es ist ersichtlich, daß er dadurch auch in den Stand gesetzt ist, die Maschine eben so wohl vorwärts, als rückwärts laufen zu lassen, je nachdem er den Zutritt des Dampfes über oder unter die Cylinderkolben dirigirt. Damit dieses aber auch im schnellsten Lauf der Maschine geschehen kann, wo der richtige Zeitpunkt zur Verwechslung nicht wohl zu treffen ist, sind besonders zu diesem Zweck dienende Vorrichtungen mit derselben verbunden, welche aus dem Grundriß und Längenprofil Taf. XII u. XIII deutlich zu ersehen sind. Es ist früher schon erwähnt, daß auf jeder Seite der verbundenen excentrischen Scheiben sich ein mit der Treibaxe fest verbundner Ring c, Fig. 127 und 134 befindet, welcher vermöge eines Vorsprungs f in das Loch c Fig. 129 der mit der Büchse verbundenen Scheibe b eingreift, und dieser die Bewegung der Axe mittheilt. Die eingreifenden Vorsprünge der beiden festen Ringe stehen einander aber nicht gegenüber, sondern sind um eine Viertel-Umdrehung versetzt. Wird daher die Büchse mit den excentrischen Scheiben von dem einen Kranz gelöst und mit dem andern verbunden, so nehmen die Ventile eine der frühern Folge gerade entgegengesetzte Bewegung an, welche sich dann auch den Kolben und der ganzen Maschine mittheilt. Die Verschiebung von einem Treibring zum andern geschieht durch die horizontale Drehung des doppelarmigen Hebels oo Fig. 127, dessen Drehpunkt, wie Fig. 123 Taf. XI zeigt, sich an dem äußern

Mantel der Heizkammer befindet und deſſen längerer, mit einem Handgriff verſehener, Arm dem Maſchiniſten zugekehrt iſt. Dieſer Arm ruht auf einer das Geländer mit dem Mantel der Heizkammer verbindenden Stange w Fig. 127, welche mit zwei Einſchnitten verſehen iſt. Je nachdem der Hebelsarm nun ſo gedreht iſt, daß er in den einen oder andern Einſchnitt gelegt werden kann, zeigt dieſes an, daß die excentriſchen Scheiben mit einem der feſten Kränze c c verbunden, und die Steurungsſtangen in Thätigkeit ſind. Um alſo dem Gang der Maſchine eine entgegengeſetzte Richtung zu geben, iſt nichts weiter erforderlich, als den Hebelsarm aus dem Einſchnitt zu heben, in welchem er ſich befindet, und ihn ſo weit fortzuſchieben, bis er in den andern Einſchnitt fällt.

Der kurze Arm des Hebels v v iſt nämlich mit dem langen Arm eines aufrecht ſtehenden doppelarmigen Hebels e e Fig. 123 verbunden, deſſen Drehpunkt ſich bei 1 befindet, und deſſen kürzerer, am Ende gabelförmig aufgeſchlitzter, Arm den Kopf der Axe f f Fig. 127 umfaßt. Auf dieſer Axe iſt ein Arm y befeſtigt der ebenfalls gabelförmig ausläuft und in die beiden Ohren a a des Ringes Fig. 131 eingreift, der ſich auf der Büchſe zwiſchen den beiden excentriſchen Scheiben befindet. An der einen Ringhälfte befindet ſich außerdem noch ein Dorn b, welcher rückwärts in ein entſprechendes Loch des Arms y eingreift, und dieſer daher auf eine dreifache Art mit dem Ring verbunden iſt. Durch die Bewegung des horizontalen und des vertikalen Hebels kann die Axe x x ſo weit verſchoben werden, daß vermöge des Arms y die Büchſe von dem einen Kranz e abgelöst und mit dem andern i verbunden wird, was die oben bemerkte Verwechſelung der Bewegung zur Folge hat.

6. Räder, Axen und Büchſen.

Die Maſchine, ſowohl die leichtere als die ſchwerere, ruht auf 6 Rädern, erſtere hat 2 Treibräder von 5 Fuß, und 4 Unterſtützungsräder von 3½ Fuß Durchmeſſer, letztere

hat vier, je zwei durch Lenkerstangen verbundene Treibräder von 4½ Fuß, und 2 Unterstützungsräder von 3½ Fuß Durchmesser. Die großen Räder sind mit 20, die kleinen mit 12 versetzten Speichen versehen. Die Naben der großen Räder haben 18 Zoll, die der kleinen 12 Zoll Durchmesser und bestehen aus Gußeisen. Den Kranz bilden zwei koncentrische Ringe, von denen der eine aus Guß-, der andere aus gewalztem Eisen besteht. Die gemeinschaftliche Breite beider beträgt bei den Treibrädern 6, bei den Unterstützungsrädern 4½ Zoll. Der gußeiserne Kranz ist 2⅔ Zoll stark.

Er ist nicht massiv, sondern mit einer koncentrischen Ruthe versehen, die nach Fig. 126 mit Holz ausgefüttert ist. Räder von so bedeutender Größe würden, in einem Stück gegossen, dem Zerbrechen zu sehr ausgesetzt seyn, weshalb bei denselben der innere Reif des Rades, so wie die Nabe, aus abgesonderten Gußtheilen bestehen, welche durch hohle schmiedeeiserne Speichen mit einander verbunden sind. Der Guß geschieht in Formen, welche die fertigen Speichen schon enthalten, deren vorspringende Enden von der fließenden Eisenmasse umgeben nnd nach deren Erkaltung festgehalten werden. Eine solche Verbindung würde indessen, wenn alle Speichen in einer Ebene lägen, deren Nabe noch keine vollkommen feste Stellung im Kranz sichern, weshalb dieselben, wie Fig. 126 zeigt, eine schräge Richtung erhalten, in der Art, daß eine von der innern Kante des Kranzes nach der äußern der Nabe gehende Speiche mit einer, die äußere Kante des Kranzes mit der innern der Nabe verbindenden Speiche abwechselt, wodurch eine Verstrebung erzeugt wird, die der ganzen Verbindung des Rades, besonders aber der Stellung der Nabe, eine große Festigkeit verleihet. Das in der erforderlichen Form gewalzte und zusammengeschweißte Band wird im erhitzten Zustand auf den gußeisernen Kranz aufgetrieben, und drückt sich bei seiner Zusammenziehung während der Erkaltung sehr fest auf denselben. Um aber eine Ablösung dieses Bandes gänzlich zu verhindern, wird es durch mehrere Bolzen, deren Köpfe in der Bahnfläche

verſenkt ſind, auf den gegoſſenen Kranz feſtgenietet, worauf das Rad auf die Drehbank gebracht und vollkommen rund und glatt gedreht wird.

Die Treibräder ſowohl als die Unterſtützungsräder ſind in dieſer Art konſtruirt, nur mit dem Unterſchied, daß die Bahn der erſtern bei den kleinern Maſchinen rein walzenförmig iſt, während die der leztern mit einem Spurkranz verſehen iſt, der dem Bandeiſen ſchon beim Auswalzen ertheilt, und beim Abdrehen nur rund und glatt gemacht wird. Das Loch in der Nabe wird noch vor dem Abdrehen des Kranzes genau rechtwinklich auf der Radfläche nachgebohrt, und in daſſelbe die ganz ſcharf paſſende Axe durch ſtarke Hammerſchläge eingetrieben. Nabe und Axe werden dann durch einen ſtählernen Bolzen verbunden, der in ein zur Hälfte in die Nabe gebohrtes Loch getrieben wird. Die Axen der Treibräder haben einen Durchmeſſer von 4½, die der andern von 4 Zoll; ſie beſtehen aus geſchmiedetem Eiſen, und diejenigen Theile derſelben, welche eine Reibung zu erleiden haben, ſind genau rund abgedreht, eingeſezt und glatt polirt.

Die Büchſen beſtehen, nach Fig. 126, aus einfachen meſſingenen Pfannen, deren Obertheile mit ihren halbrunden Aushöhlungen auf den Zapfen der Axe ruhen. In der Oberfläche jeder Büchſe befindet ſich eine Vertiefung, die zur Aufnahme des Oeles zum Schmieren dient, welches vermittelſt zweier Oeffnungen zum Zapfen der Axe gelangen kann; in dieſem Steg befindet ſich ein rundes Lager, welches zur Aufnahme des Fußes einer Stange dient, welche mit einem oben angebrachten Bügel die zugehörige Druckfeder umfaßt und mit der Büchſe verbindet, wie Fig. 123, 124 und 126 zeigen. Zur Vermeidung von Oelverluſt und Abhaltung des Staubes iſt der Axenzapfen auch von unten durch ein Pfannenſtück geſchloſſen, welches mit ſeiner halbkreisförmigen Aushöhlung gegen den Untertheil des Zapfens angedrückt, und durch zwei Bolzen mit dem obern Lager verbunden wird. Daß dieſe Büchſen ſich zwiſchen den Leitungen

der verbundenen Bodenstücke in vertikaler Richtung frei auf und nieder bewegen können, um den Wirkungen der Federn den nöthigen Spielraum zu gestatten, ist früher schon angeführt worden.

7. Vorrichtungen zum Schmieren.

Dieselben sind mit allen den Theilen der Maschine in Verbindung gebracht, welche außer der allgemeinen fortgehenden eine besondere Bewegung machen, und zur Verminderung der Reibung geschmiert werden müssen; dahin gehören insbesondere die Zapfen der sämmtlichen Räderaxen, der Steuerungswellen und Lenkerstangen, die Leitung für geradlinige Bewegung der Kolben- und Ventilstangen, so wie die excentrischen Scheiben mit Zubehör. Zum regelmäßigen Gang der Maschine, mithin auch zur Vermeidung aller Stöße, ist es durchaus erforderlich, daß alle Zapfen genau von ihren Büchsen umschlossen werden, und dieses scharfe Anschließen macht die Anwendung eines flüssigen Fettes zum Schmieren der reibenden Maschinentheile nöthig, weshalb in der Regel das feinste Knochenöl dazu angewendet wird.

Das Oel zum Schmieren der Zapfen an den Räderaxen befindet sich in einem verdeckten Behälter über der Pfanne, aus welchem es durch zwei Löcher zum Zapfen selbst gelangen kann. Damit das Oel nicht sogleich wieder unten abtröpfeln kann, ist die Büchse mit einem Untertheil verschlossen, welcher es auffängt und der Axe wieder mittheilt. Zum Schmieren der Zapfen an den Lenkerstangen und der Steuerungsaxe, so wie der Leitung für die Stangen der Cylinderkolben, der Schiebeventile und der Druckpumpenkolben sind über denselben kleine messingene Büchsen angebracht, in welchen sich das Oel befindet, deren jede mit einem Deckel versehen ist, welcher durch eine Feder verschlossen wird. Diese reibenden Theile erfordern zwar nur eine geringe, aber unausgesetzte Schmierung, weshalb ihnen das Oel tropfenweis auf folgende Art zugeführt wird.

In der Mitte des kleinen Oelbehälters ist eine enge Röhre durch den Boden geführt, welche sich wenig über der Oberfläche des Oels erhebt, und mit ihrem Untertheil in das zu treffende Schmierloch gesteckt wird. Das Ende eines gewöhnlichen in Oel eingetauchten Lampendochts ist in die obere Oeffnung der gedachten Röhre geführt, und in derselben etwas tiefer, als der Boden des Behälters hinunterhängt. Durch Capillarität zieht sich das Oel im Docht aufwärts, fällt von demselben tropfenweis durch die Röhre nieder ins Schmierloch, und gelangt durch dasselbe zu der reibenden Fläche.

Der Theil der großen Treibaxe, auf welchem sich die Büchse mit den excentrischen Scheiben hin und her schieben läßt, wird nur gelegentlich geschmiert, da ein Wechsel der Richtung nur selten vorkommt, und man durch fortwährendes Schmieren viel Oel verschwenden würde. Zu diesem Ende ist neben dem Kessel, Fig. 123 Taf. XI. eine Oelbüchse f angebracht, von welcher eine sehr enge Röhre nach der bezeichneten Stelle der Axe führt. Diese Röhre ist mit einem, dem Maschinisten zugänglichen Hahn verschlossen, welchen derselbe auf kurze Zeit öffnet, wenn die Axe geschmiert werden soll.

Das Schmieren der Cylinderkolben hält man schon längst für überflüssig, und es würde noch mehr bei einer horizontalen Lage der Cylinder seyn, weshalb auch keine Vorrichtungen zu diesem Zweck angebracht sind. Die Stopfbüchsen der Dampfcylinder und die Druckpumpen werden dagegen in der oben beschriebenen Art geschmiert, indem dieselben durch ihren Rand gebohrt sind, und auf jedem dieser Schmierlöcher eine der eben beschriebenen Oelbüchsen aufgesetzt ist. Der lange Verbindungszapfen der beiden Theile, aus welchen die Handsteurungsaxe besteht, wird durch mehrere in der Hülse angebrachte Löcher, Fig. 136 aus freier Hand geschmiert.

8. Der Munitionswagen

ist durch die ersten vier Figuren 139, 140 (Taf. XII.) und Fig. 141 und 142 (Taf. XIII.) in der Seitenansicht, im Grundriß und im Längenprofil dargestellt[1]). In ähnlicher Art, wie die Maschine, wird das aus einem hölzernen verstrebten Rahmen bestehende Gestell des Wagens durch Druckfedern getragen, welche auf den Büchsen der Radaxen ruhen. Die Räder, Axen, Büchsen sind übrigens eben so konstruirt, wie dieselben Stücke bei der Maschine. Ueber dem Rahmen erheben sich auf dem äußersten Rand desselben vier Wände, welche mit dem Belag auf ersteren einen Kasten bilden, der zur Aufnahme des Brennmaterials bestimmt ist, und dessen niedriger als der Stand des Maschinenwärters liegender Boden mit diesem durch eine schräge Fläche in Verbindung gebracht ist. Ueber dem Kohlenkasten befindet sich der Wasserbehälter von starkem Eisenblech, welcher, wie der Grundriß zeigt, drei Seiten des Wagengestelles einnimmt, die vierte, der Maschine zugewendete offen lassend, um zu den Kohlen gelangen zu können. Der hintere Theil des Wasserkastens ist etwas erhöht, und in der Oberfläche mit drei Klappen versehen. Die mittlere verschließt die Oeffnung zur Einnahme des Wassers, während die beiden andern zweien Kasten angehören, in welchen verschiedene Geräthschaften aufbewahrt werden.

An den beiden nach Innen gekehrten Längenwänden des Wasserkastens sind zwei kupferne Ausflußröhren a angebracht, deren jede mit einem Hahn b verschlossen werden kann. Die untern Enden dieser beiden Röhren werden mittelst Schraubenmuttern mit den beiden früher erwähnten elastischen Schläuchen verbunden, welche das Wasser zu den Druckpumpen führen.

---

1) Der Maaßstab zu diesem Munitionswagen ist derselbe wie der zu Fig. 83 — 95 Taf. IX.

Die Verbindung des Munitionswagens mit der Maſchine geſchieht durch die Zugſtange, welche den mittleren Theil einer Druckfeder umfaßt, deren Enden mit den beweglichen Bolzen cc verbunden ſind, und deren Stellung durch die Kette dd fixirt wird. Dieſe Feder hat den Zweck, die ſonſt unvermeidlichen Stöße beim Anziehen der Maſchine zu verhindern, welche dieſen Wagen beſonders nachtheilig ſeyn würden.

Die Räder dieſes Wagens können gebremſt werden, um die Beſchleunigung beim Niedergang auf ſchiefen Ebenen zu mäßigen, oder ganz aufzuheben. Die Bremsvorrichtung beſteht aus zwei Holzklötzen ee, welche auf den entgegengeſetzten Seiten der äußerſten Enden zweier, auf der Axe ff befeſtigten, Hebelsarme angebracht ſind. Mit derſelben Axe, welche von den am Rahmen befeſtigten Lagern g umfaßt und gehalten wird, iſt der Hebelsarm h feſt verbunden, durch deſſen Aufziehen oder Niederlaſſen die Holzſtücke feſt gegen die Radkränze gedruckt oder davon abgelöſt werden.

Das Anziehen dieſes Hebels geſchieht durch die mit dem äußerſten Ende deſſelben verbundene, Zugſtange ii, deren oberes Ende mit einem Schrauben-Gewinde verſehen, und durch das Loch eines am Waſſerkaſten angebrachten Steges k geſteckt iſt. Vermittelſt Umdrehung einer mit der Kurbel l verbundenen Schraubenmutter kann das Anziehen und Löſen dieſes Hebels durch den Heizer bewirkt werden, bei deſſen Stand die Kurbel ſich befindet.

Alle nicht polirten Eiſen-, ſo wie auch die ſämmtlichen Holzflächen des Munitionswagens ſowohl, als der Maſchine, werden zur mehreren Konſervation mit Oelfarbe angeſtrichen.

9. Effekt der Maſchine.

Derſelbe iſt bei einer und derſelben Maſchine ſehr verſchieden, da er bei größern Geſchwindigkeiten ſowohl, als durch eine ſchlechte Beſchaffenheit des Schienenweges ſehr vermindert wird. Außerdem hängt derſelbe vom Gewicht der Maſchine und den Neigungen der Eiſenbahn ab.

Die Adhäsion der Treibräder mit den Schienen ist es einerlei, durch welche überhaupt eine Fortbewegung bewirkt wird, und diese wechselt, wenn nur zwei Treibräder vorhanden sind, auf welchen $^2/_3$ des ganzen Gewichts ruhen, je nachdem die Schienen rein und ganz trocken oder ganz naß, oder mit Schmutz bedeckt sind. Es ist daher gebräuchlich, $^1/_{20}$ des Gewichts der nur mit zwei Treibräder versehenen Maschine für die Adhäsion in Rechnung zu bringen, in welcher Voraussetzung dieselbe noch bei einem sehr schmutzigen Zustand der Schienen die entsprechende Last fortzubewegen vermag, ohne daß die Treibräder ausgleiten.

Die Kraft der Maschine innerhalb der durch die Adhäsion der Treibräder bedingten Grenze hängt von der Stärke des Dampfdruckes und der Weite der Cylinder ab. Der Dampf wird bei dieser Maschine gewöhnlich auf eine Höhe gespannt, welchem einem Druck von 50 Pfunden auf dem Quadratzoll Kesselfläche entspricht; die Wirkung dieses Druckes auf die Kolbenfläche ist aber aus verschiedenen Gründen weit geringer, denn:

1) verliert der Dampf sehr an Spannung bevor er durch mehrere gebogene Röhren und enge Ventilöffnungen in den Cylinder gelangt;
2) findet auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens ein bedeutender Gegendruck statt, welcher durch den daselbst befindlichen Dampf veranlaßt wird, und dessen schnelle Austreibung eine gewisse Kraft erfordert;
3) weicht der Kolben schon mit einer gewissen Geschwindigkeit vor dem Dampf aus, so daß dieser nur mit einem Theil seiner Kraft auf erstern wirken kann.

Dieser letztere Umstand ist es hauptsächlich, welcher bei bedeutenden Geschwindigkeiten den Effekt der Maschine ungemein vermindert und zwar in einem stärkern Verhältniß, als eine bloße Reduktion der mechanischen Momente ergiebt. Von dieser schon sehr verminderten Kraft, wird nun ein nicht unbedeutender Theil noch zur Ueberwindung der Reibung an den sich bewegenden Maschinentheilen erfordert, und erst

der übrig bleibende Theil ist als wirkliche Nutzkraft zu betrachten.

Die Werthe aller dieser Gegenwirkungen haben einzeln genommen noch nicht vollständig ermittelt werden können, und man hat sich daher begnügen müssen, dieselben aus dem Effekt der Maschine bei verschiedenen Geschwindigkeiten rückwärts sumarisch herzuleiten. Wood hat in seinem Werk on Railroads sec. edition, Seite 418 und 419 zwei Tafeln mitgetheilt, aus welchen die in der anliegenden Uebersicht enthaltenen, Werthe für den nöthigen Druck auf den Quadratzoll Kolbenfläche, für alle Geschwindigkeiten der Last von 10 bis 20 englische Meilen in der Stunde, berechnet worden sind.

Der Widerstand der Last auf horizontalen Eisenbahnen besteht nur in der rollenden Reibung am Umfang der Räder, und der schleifenden zwischen den Radaxen und den Büchsen; beide zusammengenommen betragen auf guten Schienenwegen $^1/_{200}$ der Last, wenn dieselbe zwischen den Rädern, und $^1/_{240}$ wenn dieselbe außerhalb derselben auf den Verlängerungen der Axen ruht, welche viel dünner, als diese selbst gemacht werden können. Wood hat bei Aufstellung seiner Tafeln $^1/_{224}$ der Last als gesammten Reibungswiderstand angenommen, und kann diese Verhältnißzahl um so mehr beibehalten werden, als in den Bahnkrümmungen gelegentlich noch eine Seitenreibung entsteht, welche bei dem Verhältniß von $^1/_{240}$ nicht berücksichtigt worden ist.

Bei Ansteigung der Bahn muß die Last noch gehoben werden, wozu eine Kraft erforderlich ist, welche sich zur Last verhält, wie die Höhe dieser Steigung zur Länge.

Nach diesen Grundsätzen sind in der anliegenden Tafel 1 die Lasten berechnet worden, welche die beschriebene Maschine unter den ungünstigsten Umständen, bei verschiedenen Geschwindigkeiten und Ansteigungen, fortzuschaffen im Stande ist. Bei den hier ermittelten Lasten ist das Gewicht der Transportwagen mit inbegriffen, und da diese durchschnittlich $^1/_3$ der ganzen, oder Bruttolast, ausmachen, so sind $^2/_3$ derselben als Nettolast zu betrachten.

Daß bei dieser Berechnung die ungünstigsten Verhältnisse angenommen sind, und die Maschine unter allen Umständen den, in der Tabelle angegebenen Effekt zu leisten im Stande ist, geht aus der Vergleichung mit dem Effekt hervor, der im Kontrakt zwischen der belgischen Regierung und Herrn Robert Stephenson festgestellt ist. Nach demselben soll diese Maschine im Stande seyn:

1) mit Reisenden (ohne Angabe des Gewichts) 25 bis 30 engl. Meilen,

2) mit Ladung von 50 bis 60 Tonnen Brutto 20 engl. Meilen in einer Stunde auf einer mit 1 in 1000 geneigten Bahn zurückzulegen.

Dieses ist das Dreifache des in der Tabelle berechneten Effekts. — Unseres Wissens ist die Maschine noch nicht mit dieser Last versucht worden; ohne Zweifel werden aber im Kontrakt stillschweigend die allergünstigsten Verhältnisse der Bahn vorausgesetzt seyn.

Nach demselben Kontrakt sollen die größern Maschinen, deren Cylinder 14 Zoll und deren vier Treibräder jedes $4\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser hat, 140 Tonnen Brutto mit einer Geschwindigkeit von 12 bis 15 Meilen in der Stunde auf einer mit 1 in 1000 geneigten Eisenbahn befördern können.

(Siehe die beigegebene Tafel).

10. Kosten der Maschine und des Betriebs.

Nach dem angeführten Kontrakt erhält Stephenson et Comp.

1) für eine Maschine, wie die gezeichnete, 1060 Liv. Sterling oder 7420 Thaler,

2) für eine Maschine mit 4 Treibrädern, 14 zölligen Cylindern uud 120 messingenen Röhren durch den Kessel, 1205 Liv. Sterling oder 8435 Thlr.,

3) für einen Munitionswagen, der für die Maschine ad 1, 500, für die Maschine ad 2, 600, oder 80 und 98 Kubikfuß Wasser faßt, 120 Liv. Sterl. oder 840 Thaler.

Als Reservestücke werden für jede Maschine noch dabei geliefert, eine Haupttreibaxe mit den Krummzapfen, ein paar große Treibräder, zwei excentrische Scheiben, ein Cylinderkolben, zehn messingene Röhren durch den Kessel.

Die mit dem Munitionswagen zu liefernden Geräthschaften bestehen in: einem Satz Schrauben und Splinte, einem großen und kleinen Schraubenschlüssel, drei Kaltmeisseln, einem Handhammer, einer langen Kette, zwei kurzen Verbindungsgliedern und zwei Oelkannen.

Der Verbrauch an Brennmaterial und Wasser bei diesen Maschinen richtet sich nach der Dampfkonsumtion, also nach der Geschwindigkeit, mit welcher die Maschine arbeitet. Erfahrungen mit den Maschinen Saturn, Etna und Firefly auf dem Liverpool-Manscheſter Schienenweg (siehe Egen in den „Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins" fünfte Lieferung 1834) haben ergeben, daß dieselben im Durchschnitt täglich 95 englische Meilen, also den Weg zwischen beiden Städten 3 Mal zurückgelegt haben, was nahe 20 preußische Meilen für das Tagewerk einer Maschine giebt. Bei einer Geschwindigkeit von 10 englischen Meilen in der Stunde sind also $9\frac{1}{2}$, und bei einer von 20 Meilen in der Stunde $4\frac{3}{4}$ Stunden dazu erforderlich.

Für den ersten Fall müssen die fünf Fuß im Durchmesser haltenden Treibräder in der Stunde 3017 Umdrehungen, folglich jeder Cylinderkolben eben so viel Auf- und Niedergänge machen. Der Flächeninhalt beider 11 Zoll im Durchmesser haltenden Kolben beträgt zusammengenommen 190 Quadratzoll, der ganze Weg derselben während einer Evolution 3 Fuß; es werden also in der Stunde 11847,32 Kubikfuß Dampf verwendet. Ein Kubikfuß Wasser giebt Severin's Beiträge zur Kenntniß der Dampfmaschinen in der „Abhandlung der Königl. technischen Deputation," I. 1826. S. 347) auf englisches Maaß und Gewicht reduzirt, 550,1 Kubikfuß Dampf mit der Spannung von 50 Pfunden auf den Quadratzoll; es müssen daher in der Stunde 21,5 Kubikfuß Wasser verdampft werden. Daß die Maschine im Stande ist,

ad pag. 28

ten und Neigungen der Eisenbahn ziehen kann.

16.	17.	18.	19.	20.
3,36	3,57	3,78	3,99	4,2
23,47	24,93	26,40	27,87	29,33
22,4	38,8	25,2	26,6	28,0
827,43	5129,14	5430,86	5732,57	6034,29
4,02	4,27	4,53	4,78	5,03
12,15	10,59	9,23	8,01	6,93
308,50	2012,10	1753,70	1521,90	1316,70
280,17	8591,67	7944,26	7274,68	6623,00
395	345	301	261	226

n.	Preuß. Ztr.	Engl. Tonn.	Preuß. Ztr.	Engl. Tonn.	Preuß Ztr.	Engl. Tonn.	Preuß. Ztr.	Engl. Tonn.	Preu Ztr.
0	777,86	34,50	678,96	30,10	592,37	26,10	513,65	22,60	444,
1	736,23	32,67	642,95	28,50	560,88	24,72	486,49	21,40	421,
2	699,03	31,02	610,47	27,07	532,74	23,47	461,89	20,32	399,
7	676,40	30,02	590,79	26,19	515,42	22,71	446,93	19,66	386,
7	635,07	28,19	554,78	24,59	493,98	21,32	419,58	18,46	363,
3	622,48	27,62	543,56	24,10	474,29	20,90	411,31	18,10	356,
8	607,32	26,95	530,38	23,52	462,87	20,39	401,28	17,66	347,
2	588,83	26,14	514,45	22,80	448,70	19,77	389,07	17,12	336,
6	565,10	25,12	494,36	21,92	431,39	19,00	373,92	16,46	323,
3	536,87	23,83	468,97	20,79	409,16	18,03	354,83	15,61	307,
7	518,96	23,03	453,23	20,10	395,57	17,43	343,02	15,09	296,
2	498,30	22,12	435,32	19,29	379,63	16,73	329,25	14,49	285,
9	474,09	21,04	4 4,07	18,35	361,13	15,91	313,11	13,79	271,
1	444,96	19,75	388,68	17,23	339,09	14,94	294,02	12,94	254,
3	409,93	18,20	358,18	15,88	312,52	13,77	270,99	11,92	234,
3	366,64	16,27	320,19	14,20	279,46	12,31	242,26	10,66	2 9,
4	311,73	13,84	272,37	12,07	237.54	10,47	206,05	9,06	178,
9	239,90	10,65	209,59	9,29	182,83	8,06	158,62	6,98	137,

ad pag. 235.

Eiſenbahnen, bei verſchiedenen

20.	
4,2	Bemerkungen.
ten und	
Pfd.	
1,111	Es iſt vorausgeſetzt, daß
1,173	die Maſchine die ganze in
1,215	der Tab. 1 berechnete Laſt
1,256	zieht, davon $^2/_3$ als Netto-
1,338	laſt zu betrachten ſind;
1,364	ferner daß bei den Nei-
1,398	gungen die Laſt bergan
1,443	transportirt wird.
1,475	Müſſen die Maſchinen
1,556	ohne Ladung und mit lee-
1,609	ren Transportwagen zu-
1,676	rückfahren; ſo verdoppeln
1,762	ſich beinahe die Förderko-
1,877	ſten; wird aber nur ein
2,003	gewiſſer Theil der ange-
2,239	nommenen Laſt befördert,
2,635	ſo verhalten ſich die Koſten
3,361	umgekehrt wie die Laſten.

diese und eine noch weit größere Wassermenge in der Stunde zu verdampfen, zeigt nachstehende Berechnung.

100 Heitzröhren von 1½ Zoll innerm Durchmesser 7½ Fuß Länge geben einen Flächenraum

von . . . . . 287,5 Quadratfuß.

Die Wände der Heitzkammer haben, bei

3½ Fuß Länge, einen Umfang von

9⅔ Fuß, Flächenraum . . . . 32,16 —

= 319,66 Quadratfuß.

Zur Verdampfung eines Kubikfußes Wasser in der Stunde sind 8 Quadratfuß der Hitze ausgesetzte Fläche erforderlich, der Kessel ist also im Stande 39,96 Kubikfuß Wasser in der Stunde zu verdampfen.

Zur Verdampfung eines Kubikfußes Wasser waren bei der ersten Maschine auf dem Liverpool-Manchester Weg erforderlich:

1) beim Phönix 12,36 Pfund Coaks
2) „ Rocket 10,83 „ „
3) „ Arrow 10,22 „ „

Die später auf dieser Eisenbahn angewendeten größern Maschinen verwenden weit weniger Brennmaterial; da aber bei den bekannt gemachten Versuchen die Masse des verdampften Wassers nicht angegeben ist, so können dieselben hier nicht benutzt, dagegen mit Sicherheit das letzte Resultat angenommen werden.

In der Stunde werden 21,5 Kubikfuß Wasser verdampft, es gehören also dazu 129,73 Pfund Coaks, und im Tag zu

9,5 Stunden = ... 1232,435 Pfd.

Zur Erhitzung des Wassers, bis der Dampf eine Spannung von 50 Pfd. auf den Quadratzoll erreicht, gehören . . . . . 142,0 „

Während des Stillstands der Maschine, den man täglich auf eine Stunde rechnen kann, die Hälfte des Brennmaterials zum Betrieb . . . . . 64,865 „

täglicher Coaksverbrauch = 1439,300 Pfd.

Erfahrungen haben gezeigt, daß zur Erzeugung eines gewiſſen Hitzegrades dem Gewicht nach oben ſo viel Kohlen als Coaks erforderlich ſind, und erſtere wegen des geringern Preiſes den Vorzug verdienen würden, wenn ſie ſich zum Brennmaterial bei dieſen Keſſeln mit engen Zugröhren eigneten. Dieſe Röhren werden leicht durch die große Menge Ruß verſtopft, welche die rohen Kohlen bei ihrer Verbrennung abſetzen. Der Zug durch den Roſt wird auſſerdem durch das Zuſammenbacken der fetten Kohlen ſehr geſchwächt, wenn zur Erlangung eines lebhaften Brandes nicht ausſchließlich Stückkohlen angewendet werden. Der Zentner Coaks koſtet auf der Liverpool-Mancheſter Bahn 9 Silbergroſchen, auf der St. Etienner Bahn nur 3½ Silbergroſchen, und bei der Wahl geeigneter Kohlen und der Verkoakung im Großen, wird derſelbe in den preußiſchen Kohlenrevieren für höchſtens 9 bis 10 Silbergroſchen verſchafft werden können; die tägliche Ausgabe für das Brennmaterial eines Dampfwagens würde daher in der Grafſchaft Mark und in der Gegend von Stollberg und Eſchweiler bei Aachen betragen

4 Thlr. 7 Sgr. — Pf.

Die übrigen Koſten der Betriebskraft ſind:

1) 5% Zinſen vom Anlagekapital der Maſchine und des Munitionswagens giebt täglich	1 „	11 „	3 „
2) Der Maſchiniſt und der Heitzer erhalten auf der St. Etienner Bahn (Biot Eiſenbahnen Seite 190) .	1 „	22 „	9 „
3) Die Waſſereinnahme koſtet .	— „	28 „	9 „
4) Das Oel zum Schmieren . .	— „	16 „	— „
5) Kleine Reparaturen außer der Werkſtätte	— „	24 „	— „
6) Jährliche größere Reparaturen am Keſſel, dem Feuerraum, den Druckpumpen, Rädern, Kolben, Axen	1 „	27 „	9 „
	11 Thlr.	17 Sgr.	6 Pf.

Transport	11 Thlr.	17 Sgr.	6 Pf.
7) Für die Unterhaltung der Werkstätte, der Geräthschaften, Lohn des Aufsehers ꝛc. zu diesen Reparaturen	— „	17 „	6 „
Dazu kommt noch der Ersatz der Maschinen durch neue, nach einem sechsjährigen Gebrauch; das Stück, nach Abzug des Werthes der alten Materialien, mit 420 Rthlr. zu 7800 Rthlr.	4 „	10 „	— „
Summa der täglichen Ausgaben für eine Maschine	16 Thlr.	15 Sgr.	— Pf.

Bei der Anwendung von Frachtwagen, deren Kasten auf Federn ruhen, welche 50 Zentner Last tragen und 200 Thaler das Stück kosten, beträgt die tägliche Unterhaltung:

1) An Zinsen des Anlagekapitals für 2 Wagen (einer zur Reserve) und zum Beladen . .	2 Sgr.	—	Pf.
2) Die Unterhaltung eines Wagens . . .	2 „	8	„
3) Der Ersatz der abgehenden Wagen nach 6 Jahren	3 „	4	„
4) Schmiere	1	—	— „
Summa der täglichen Kosten eines Wagens	9 Sgr.	—	Pf.

Aus der vorher mitgetheilten Tabelle 1 geht hervor, welche Frachten bei gewissen Geschwindigkeiten und Steigungen der Eisenbahn transportirt werden können. Daraus und aus den vorstehend ermittelten täglichen Kosten einer Maschine und eines Lastwagens ist die folgende zweite Tabelle berechnet, welche den Preis des Transports für den Centner Netto und Meile unter den erwähnten Umständen näher nachweißt.

11. Betrieb des Dampfwagens.

Beim Betrieb sind der Munitions- und Dampfwagen immer mit einander verbunden; ein Maschinist und ein Heizer versehen den Dienst auf demselben. Wegen des beim

Stillstand der Maschine sehr geringen Zuges im niedrigen Schornstein währt es lange, bis das Wasser zum Sieden kommt; gewöhnlich vergeht eine Stunde vom Beginn der Heitzung bis der Dampf die erforderliche Spannung erreicht. Aber selbst dann ist die Dampfproduktion noch so gering, daß die Maschine nicht im Stande ist, eine andere Last als ihre eigene fortzubewegen. Um daher das Feuer und dadurch die Dampferzeugung zu verstärken, läßt man gewöhnlich die Maschine einige Zeit ohne Last auf der Bahn hin und her gehen, weil erst durch das Aushauchen des gebrauchten Dampfes ein kräftiger Zug im Schornstein und dadurch eine schnelle Verbrennung des Coaks erzeugt wird. Auf diese Weise steigert sich allmählig die Hitze bis zu der Höhe, welche erforderlich ist, den Dampf in derselben Masse, wie er verbraucht wird und mit der nöthigen Spannung, zu produciren; erst dann werden die Lastwagen mit der Maschine verbunden und der Zug ist zum Abgang bereit.

Nachdem sich der Maschinist durch eine Messung von dem ausreichenden Wasservorrath im Munitionswagen, und durch die Probirhähne von dem richtigen Stand des Wassers im Kessel überzeugt hat, setzt er die Maschine in Bewegung, indem er vermöge eines Fußtrittes auf den Winkelhebel h Fig. 137 die Steurungsstangen außer Verbindung mit den Steurungswellen setzt, und diese vermittelst der beiden Hebel ii und der damit verbundenen Zugstange tt mit den Händen regiert. Der Dampf wird dadurch abwechselnd auf beiden Seiten der Kolben geleitet, diese wirken durch die Lenkerstangen auf die Krummzapfen und erzeugen, da diese unter einem rechten Winkel gegen einander geneigt sind, so daß der todte Punkt des einen durch den vortheilhaftesten Angriff des andern überwunden wird, eine Umdrehung der Treibräder. Sobald die Masse hierdurch in fortgehende Bewegung gesetzt und ein gewisser Beharrungszustand eingetreten ist, wird der Fuß vom Winkelhebel weggezogen, die Steurungsstangen fallen, vermöge der angebrachten Gewichte mit ihren verkröpften Enden zwischen den Armen der Steu-

rungsaxen nieder und umfaſſen die daſelbſt angebrachten Bolzen. Hiermit iſt die Verbindung der Treibaxe und der Steuerung hergeſtellt, die Maſchine ſteuert ſich nun mittelſt der excentriſchen Scheiben auf der Kurbelwelle ſelbſt. Die langſam beginnende Bewegung des Zuges ſteigert ſich in dem Maaße, als die Aushauchungen des gebrauchten Dampfes in die Rauchröhre häufiger werden, der Zug, die Verbrennung und die Dampferzeugung ſich vermehren. Es erfolgt daher eine fortwährende Beſchleunigung der Bewegung, wenn dieſe nicht durch Anſteigungen der Bahn, ſtarke Krümmungen oder vermehrte Reibungen aufgehoben wird. Wenn daher der Zug einen gewiſſen Grad der Geſchwindigkeit erreicht hat, welchen zu überſchreiten nicht für dienlich gehalten wird, ſo vermindert der Maſchiniſt den Zutritt des Dampfes in die Cylinder, indem er vermittelſt Drehung des Dampfhahnes das Zuleitungsrohr mehr oder weniger verſchließt. Dadurch wird der Lauf des Kolbens verzögert, die Aushauchungen in den Schornſtein erfolgen mehr intermittirend, was auf die Verminderung des Zuges und die Dampferzeugung zurückwirkt. — Auch durch das Oeffnen des Schürlochs wird der Zug ſehr vermindert, wenn die Dampfproduktion ſtärker wird, als die Verwendung, was durch das häufige Heben auf der Kurbelwelle eine Fortbewegung in der entgegengeſetzten Richtung ertheilt wird, und bedarf es hier nur der Bemerkung, daß, bevor dieß geſchieht, das Dampfleitungsrohr ganz verſchloſſen und, wenn es kürzlich nicht geſchehen iſt, durch Oeffnung des Hahns unter dem Oelreſervoir der Theil der Axe geſchmiert wird, auf welchem die Büchſe mit den excentriſchen Scheiben verſchoben werden ſoll. Demnächſt wird mittelſt Verſetzung der Hebelverbindung der Angriffspunkt der letztern verwechſelt, und gleichzeitig als Dampfrohr wieder geöffnet.

Der Erfolg äußert ſich nicht augenblicklich, da durch den in entgegengeſetzter Richtung wirkenden Dampf das Beharrungsvermögen der bewegten Maſſe ganz aufgehoben werden muß, bevor die Bewegung in der andern Richtung beginnen kann. Unter gewiſſen Umſtänden, wo ein längeres

Verharren in der urſprünglichen Richtung nachtheilig oder gefährlich werden könnte, wird auf ein Zeichen des Maſchiniſten vom Heitzer die Bremſe des Munitionswagens angezogen, wodurch eine bedeutende Reibung erzeugt, und die Geſchwindigkeit des Zuges ſehr ſchnell ermäßigt oder ganz aufgehoben wird.

Eine unausgeſetzte Aufmerkſamkeit muß der Maſchiniſt auf den Stand des Waſſers im Keſſel richten, weil bei dem geringen Waſſergehalt deſſelben und der ſtarken Verdampfung eine nur kurze Zeit ſtattfindende Unwirkſamkeit der Druckpumpen die Veranlaſſung geben wird, daß der Keſſel verbrennt oder ſpringt. Letzteres kann leicht geſchehen, indem bei einer Senkung des Waſſers die obern Röhren und die Decke der Heitzkammer glühend werden. Bei einer leichten Erſchütterung der Maſchine ſpringt das Waſſer im Keſſel auf und brüht die glühenden Metalltheile, wodurch plötzlich eine ſolche Dampfmaſſe erzeugt wird, daß die Sicherheitsventile ſie nicht abzuführen vermögen. Auf der andern Seite iſt der Dampfraum im Keſſel ſchon äußerſt beſchränkt, und eine Ueberfüllung deſſelben würde den Vorrath des Dampfes in demſelben ſo vermindern, daß während der Füllung beider Cylinder die Spannung und damit die Treibkraft deſſelben zum größten Theil verloren geht. Bei Beſchreibung der Druckpumpen ſind die Mittel angegeben, welche dem Maſchiniſten zu Gebote ſtehen, um die Speiſung des Keſſels zu reguliren, zu welchem Behuf die Handgriffe aller dahin zielenden Vorrichtungen bei dem Stand deſſelben ſich vereinigen.

Behufs Anhaltung der Maſchine verfährt der Maſchiniſt wie beim Beginn der Bewegung, indem er die Steuerung von der Bewegung der Maſchine unabhängig macht und dieſelbe immer langſamer mit den Händen regiert. Das Beharrungsvermögen der bewegten Maſſe wird dadurch zunächſt aufgehoben, und der Maſchiniſt kann nun die Maſchine durch gänzliche Abſperrung des Dampfes, auf jeden beliebigen Punkt zum Stillſtand bringen.

Eine Maſchine legt gewöhnlich einen Weg von 6 — 7 preußiſche Meilen zurück, bevor ſie wieder mit Waſſer und Brennmaterial verſehen wird. Zur Einnahme ſind Stationshäuſer angebracht, deren jedes, wenn der Verkehr bedeutend iſt, eine kleine Dampfmaſchine enthält, die das Waſſer aus einem Brunnen in ein hochgelegenes Baſſin pumpt, in welchem es durch eingelaſſenen Dampf aus dem Keſſel der Maſchine vorgewärmt, und in dieſem Zuſtand durch einen Schlauch dem Munitionswagen zugeführt wird, welcher mit der Maſchine inzwiſchen vor dem Stationshaus anhält, während welcher Zeit dann auch die Schmierbehälter der Maſchine ſo wie der Laſtwagen friſch gefüllt werden.

Vergleichung des Transports durch Dampfkraft mit dem durch Pferdekraft. [1])

Vergleicht man die Fortſchaffung durch Dampfkraft mit der Fortſchaffung durch Pferde, ſelbſt auf Eiſenbahnen, ſo treten die Vortheile dieſer neuen Kraft am auffallendſten hervor. Wenn man dieſe Vortheile vollkommen begreifen will, muß man erwägen, wie thieriſche Kraft als Fortſchaffungsmittel gebraucht wird. Derjenige Theil der Kraft eines Pferdes, der für eine Ladung benutzt werden kann, hängt von der Geſchwindigkeit der Bewegung eines Pferdes ab. Dieſe Geſchwindigkeit hat eine gewiſſe Grenze, wo ein Pferd ſeine ganze Kraft nöthig hat, ſeinen eigenen Leib zu bewegen, und wo es folglich nicht im Stande iſt, eine Laſt zu tragen, und auf der andern Seite giebt es eine gewiſſe Laſt, die ein Pferd gerade noch tragen kann, ohne aber dabei im Stande zu ſeyn, ſich mit irgend einer wirkſamen Geſchwindigkeit zu bewegen. Zwiſchen dieſen beiden Grenzen liegt ein gewiſſes Verhältniß der Bewegung, in welchem die nutzbare Wirkung des Thiers am größten iſt. Bei ſtark gebauten Pferden kann man dieſes Verhältniß im Durchſchnitt auf 2 engl. Meilen

[1]) Obgleich wir bereits im 2ten Kapitel Einiges über dieſen Gegenſtand bemerkt haben, ſo führen wir ihn doch hier noch weiter aus, wobei wir Lardner's „Dampfmaſchine", 180 ꝛc. benutzen.

in einer Stunde ſetzen, und bei leichter gebauten auf dritte-halb Meilen in einer Stunde. Ueber die Grenze der Geſchwindigkeit hinaus vermindert ſich die Laſt, die ſie fortzuſchaffen im Stande ſind, in ſehr ſchnellem Verhältniß, je mehr die Geſchwindigkeit zunimmt. Wäre 121 die Laſt, die ein Pferd bis auf eine gegebene Entfernung in einem Tage fortſchaffen könnte, wenn es vier engl. Meilen in einer Stunde zurücklegte, ſo würde daſſelbe Pferd nicht im Stande ſeyn, mehr als eine Laſt die 64 betrüge, auf eine gleiche Entfernung fortzuſchaffen, wenn es 7 Meilen in einer Stunde machte, und ſollte es 10 Meilen zurücklegen, ſo würde ſich die Laſt die es tragen könnte, bis auf 25 vermindern. Angenommen nun daß die nutzbarſte Geſchwindigkeit, die man von einem Pferde erhalten kann, 2 engl. Meilen auf eine Stunde ſind, ſo kann es wenn es täglich 10 Stunden in Thätigkeit iſt, eine Laſt von 12 Tonnen auf einer ebenen Eiſenbahn bis auf eine Entfernung von 20 Meilen fortſchaffen, ſo daß man die ganze Wirkung eines Tagewerks als 240 Tonnen, eine engliſche Meile weit fortgeſchafft, annehmen kann.

Dieſes Geſchwindigkeitsverhältniß bei der Fortſchaffung paßt aber nicht für den Perſonenverkehr, und iſt es daher nothwendig, Pferde als bewegende Kraft zu benutzen, ſo muß man beſondere Wagen für Reiſende haben, ſo daß Güter mit derjenigen Geſchwindigkeit fortgeſchafft werden können, bei welcher die größtmögliche Wirkungskraft des Pferdes ſtattfindet, während Reiſende mit derjenigen Geſchwindigkeit befördert werden, welche, es koſte was es wolle, unumgänglich nöthig iſt.

Das Gewicht einer gewöhnlichen Poſtkutſche iſt ungefähr 2 Tonnen, und auf einer leidlich ebenen Heerſtraße macht ſie 10 engliſche Meilen in einer Stunde. Die Zahl der Pferde, die dazu ſtets bereit gehalten werden müſſen, mit Einfluß der auf den verſchiedenen Stationen unumgänglich nöthigen Relaispferde, wird nach dem Verhältniſſe von einem Pferde auf jede Meile berechnet. Die Leiſtungen eines auf dieſe

Weiſe arbeitenden Pferdes laſſen ſich zu 2 Tonnen, 2 engl. Meilen in einem Tage, oder auf vier Tonnen, täglich eine Meile weit fortgeſchafft, berechnen. Die Zugkraft auf einer guten Heerſtraße beträgt wenigſtens das Zwanzigfache der Zugkraft auf einer ebenen Eiſenbahn, woraus folgt, daß unter gleichen Umſtänden die Leiſtung eines Pferdes auf einer Eiſenbahn den zwanzigfachen Betrag ſeiner Leiſtung auf einer gewöhnlichen Straße ausmacht. Wir können daher die Leiſtung eines Pferdes, welches 10 engl. Meilen in einer Stunde auf einer ebenen Eiſenbahn macht, einer täglich eine Meile weit fortgeſchafften Laſt von 80 Tonnen gleichſtellen.

Die beſten Dampfwagen auf der Liverpool-Mancheſter Bahn können 150 Tonnen auf ebener Bahnlinie in gleichem Zeitverhältniſſe fortſchaffen, und wenn man eben ſo viel Zeit für Aufenthalt rechnet, ſo würden ſie täglich 150 Tonnen 200 Meilen oder 30,000 Tonnen eine Meile weit fortſchaffen. Es folgt daraus, daß ein Dampfwagen dieſer Art ſo viel leiſtet als 7500 Pferde, die auf einer guten Heerſtraße ziehen, oder 375 Pferde auf einer Eiſenbahn. Zu einer ſolchen Leiſtung ſind für die beſten, jetzt auf der Liverpool-Mancheſter Bahn gehenden Dampfwagen 16 Loth Koaks für die Tonne auf jede engliſche Meile erforderlich, mit Einſchluß der bei dem Aufenthalte verſchwendeten Feuerung. Der tägliche Verbrauch von Feuerungsmitteln würde daher unter ſolchen Umſtänden auf 15,000 Pfund Koaks ſteigen, und zwei Pfund Kohlen würden täglich die Leiſtung eines Pferdes auf einer guten Heerſtraße und 40 Pfd. täglich die Arbeit eines Pferdes auf einer Eiſenbahn verrichten.

Bei dieſer Vergleichung nehmen wir an, daß der Dampfwagen mit der vortheilhafteſten Geſchwindigkeit, die Pferdekraft hingegen mit der am wenigſten vortheilhaften wirke, wenn man bloß den geſammten Betrag der auf eine gegebene Entfernung fortgeſchafften Laſt beachtet. In dem hier vorausgeſetzten Falle aber iſt Geſchwindigkeit ein unumgänglich nöthiges Element, und Dampf hat daher den großen Vorzug

vor Pferdekraft, da ſeine vortheilhafteſte Geſchwindigkeit diejenige iſt, die für alle Zwecke der Fortſchaffung von Reiſenden oder von Gütern paßt.

Vergleicht man die Wirkungen des Dampfes mit Pferdekraft bei einer minder ſchnellen Bewegung, ſo werden auch hier die Vortheile einer Dampfkraft, doch minder auffallend hervortreten. Ein Laſtwagen mit 8 Pferden iſt gewöhnlich 8 Tonnen ſchwer und legt $2^1/_2$ engl. Meilen in einer Stunde zurück, ſo daß jedes Pferd täglich 20 engl. Meilen macht. Starke Pferde können auf dieſe Weiſe täglich 8 Stunden reiſen, und ſo macht jedes Pferd täglich 20 Meilen. Man kann daher die Leiſtung jedes Pferdes 20 Tonnen, eine Meile weit fortgeſchafft, gleichſtellen, und da ſeine Leiſtung auf einer Eiſenbahn zwanzigmal ſo viel beträgt, ſo kann man ſie zu 400 Tonnen, täglich eine Meile weit fortgeſchafft, rechnen. Ein auf dieſe Weiſe arbeitendes Pferd leiſtet daher fünfmal ſo viel als ein Pferd, das 10 Meilen in einer Stunde zurücklegt, da dieſes nur 4 Tonnen täglich eine Meile weit auf einer guten Heerſtraße, oder 80 Tonnen auf einer Eiſenbahn fortſchafft. Dieß giebt nun das Verhältniß der Leiſtung von Pferden, die Wagen ziehen, zu der Leiſtung eines Dampfwagens. Sind 2 Pfund Kohlen der Leiſtung eines Pferdes vor einer Poſtkutſche und 40 Pfund Kohlen auf einer Eiſenbahn, bei einer Geſchwindigkeit von 10 Meilen in einer Stunde gleich, ſo folgt, daß 10 Pfund ſo viel leiſten als ein Pferd auf einer Heerſtraße, und 200 Pfund auf einer Eiſenbahn bei einer Geſchwindigkeit von $2^1/_2$ Meilen in einer Stunde. Da nun ein Dampfwagen das Tagewerk von 7500 Poſtkutſchen Pferden verrichten kann, ſo folgt, daß er ſo viel als 1500 Frachtwagenpferde leiſtet.

Man darf nicht vergeſſen, daß dieſe Ergebniſſe in einzelnen Fällen Veränderungen erleiden und nur Berechnungen im Durchſchnitte ſind. Verſchiedene Dampfmaſchinen, wie verſchiedene Pferde, ſind ungleich in ihren Leiſtungen, und da die Straßen, auf welchen Pferde ziehen, nicht von glei-

cher Vollkommenheit sind und verschiedene Unebenheiten haben, so muß die Leistung der Pferdekraft verschieden ausfallen.

Auch bei der praktischen Vergleichung der Ergebnisse einer so mächtigen Kraft, als der auf Eisenbahnen gebrauchte Dampf gewährt, mit der geringen Kraft der Pferde auf Heerstraßen, ist zu erwägen, daß die große Vertheilung der Ladungen und der häufige Aufenthalt unterwegs zu Gunsten der Pferdeleistung sind, insofern es häufiger sich zutragen möchte, daß Dampfwagen, die ungeheure Lasten fortzuschaffen vermögen, bei geringeren Ladungen Aufenhalt finden würden, als es bei der Anwendung von Pferden stattfinden würde, wo kleine Ladungen in kurzen Zwischenräumen aufgehalten werden können. Dies ist in der That eine praktische Schwierigkeit, die bei dem Gebrauche von Dampfwagen auf Eisenbahnen eintritt, und die vielleicht für jetzt die Anwendung derselben bloß auf Strecken beschränken wird, welche Städte von lebhaftem Verkehr verbinden.

Die auffallendste Wirkung der Dampfkraft auf Eisenbahnen zeigt sich in der außerordentlichen Geschwindigkeit, welche sich dadurch erreichen läßt, und ist um so merkwürdiger, als dieser Vortheil nie vorausgesehen wurde, bis die Erfahrung ihn bewies. Wir haben bereits erwähnt, daß man bei der Anlegung der Bahn zwischen Liverpool und Manchester hauptsächlich auf die Fortschaffung schwerer Güter rechnete, und gar nicht erwartete, aus dem Personenverkehr den größten Gewinn zu ziehen. Die Berechnungen für künftige Plane werden sich nach diesen Erfahrungen wesentlich ändern und ein lebhafter Personen-Verkehr wird als eine nothwendige Bedingung für das Gedeihen einer solchen Unternehmung betrachtet werden.

Bringt man diesen Vortheil der Schnelligkeit in Anschlag, so läßt sich Pferdekraft gar nicht mit Dampfkraft auf Eisenbahnen vergleichen. Aus den bereits erwähnten Versuchen geht hervor, daß eine Dampfmaschine, 90 Tonnen gegen 20 engl. Meilen weit in einer Stunde ziehen kann und das Doppelte dieser Last zwischen Liverpool Manchester

in ungefähr 3 Stunden. Es würden 270 Pferde nöthig seyn, dieselbe Kraft auf gleiche Entfernung in einem Tage auf Frachtwagen fortzuschaffen. Es läßt sich zwar dagegen einwenden, daß jener Versuch unter günstigen Umständen angestellt und bei den schwierigen Punkten der Steigung Hülfswagen gebraucht wurden; aber auf einer gewöhnlichen Fracht bei der Fortschaffung von Waaren, wo größere Schnelligkeit nicht verlangt wird, ist das Verhältniß der Bewegung nicht geringer als 15 Meilen in einer Stunde. Bei Wagenzügen mit Personen ist der Schnelligkeit besonders der Aufenthalt entgegen, der auf der Bahn entsteht, wenn Reisende einsteigen oder absteigen. Es giebt auf der Bahn zwischen Liverpool und Mancheſter jetzt zwei Arten von Dampfwagen, von welchen einer nur einmal auf halbem Wege einige Minuten lang Halt macht. Diese Wagen legen 30 engl. Meilen in anderthalb Stunden und zuweilen in einer Stunde und 10 Minuten zurück. Auf dem ebenen Theile der Bahn ist die gewöhnliche Geschwindigkeit 27 Meilen in einer Stunde, und ich habe zuweilen gesehen, daß gegen 30 Meilen in einer Stunde zurückgelegt wurden. Diese Geschwindigkeit aber, die durch die gewöhnliche Thätigkeit der Dampfmaschinen bei der Fortschaffung von Reisenden und Gütern erlangt werden, sind weit unter der Leistungskraft der jetzigen Dampfwagen, was die Schnelligkeit der Fortschaffung betrifft. Einige Versuchfahrten, bei welchen die Dampfwagen eine geringere Last hatten, zeigten, daß eine bedeutende Vermehrung der Geschwindigkeit ganz ausführbar sey. Bei einem dieser Versuche zog die Dampfmaschine einen Wagen mit 36 Personen 48 engl. Meilen weit in einer Stunde, und ich glaube, eine Maschine, die bloß ihr eigenes Gewicht fortzuschaffen hätte, würde 15 Meilen in 15 Minuten zurücklegen.

Aber warum hat man Dampfmaschinen, wenn sie hinsichtlich der Geschwindigkeit so viel zu leisten vermögen, nicht auf der Eisenbahn angewendet, wo die Geschwindigkeit jetzt im Durchschnitte nicht über 25 Meilen in einer Stunde be-

trägt? Die Antwort iſt, daß der Weg von 30 Meilen zwiſchen Liverpool und Mancheſter in 1½ Stunde zurückgelegt wird, und täglich 10 Wagenzüge zwiſchen beiden Städten gehen, und überdieß täglich dreimal die Poſtkutſche. Eine größere Geſchwindigkeit würde auf einem ſo kurzen Wege ganz unnöthig ſeyn. Wenn aber erſt längere Bahnlinien vollendet ſeyn werden, müſſen ſich die Umſtände ändern und dann wird beſonders die Fortſchaffung von Poſtkutſchen die Aufmerkſamkeit auf ſich ziehen. Volle Reiſewagen, wie ſie gewöhnlich auf der Bahn von Liverpool und Mancheſter gehen, ſind gegen 50 Tonnen ſchwer, bei einer leichten Ladung aber werden leichter und ſchneller fahrende Dampfwagen gebraucht werden können. Die Fortſchaffungskoſten würden bei einer ſolchen Maſchine zwar höher ſteigen, aber die größere Schnelligkeit würde reichlichen Erſatz dafür geben. Iſt nun erſt London mit Liverpool durch eine über Birmingham geführte Eiſenbahn verbunden, ſo wird das Handelsintereſſe jener Städte nothwendig die Aufmerkſamkeit auf die größtmögliche Schnelligkeit des Zwiſchenverkehrs leiten. Man wird für die Fortſchaffung von Poſtkutſchen beſondere Maſchinen bauen, die für leichtere Laſten und größere Geſchwindigkeit paſſen. Mit ſolchen Dampfwagen werden die Poſtkutſchen eine beſchränkte Anzahl von Reiſenden fortſchaffen, und abgeſehen von möglichen Verbeſſerungen, welche die Dampfwagen ſpäter erhalten können, wird ſich gewiß ſchon bei ihrer jetzigen Wirkungskraft eine ſolche Ladung gegen 60 engl. (13 deutſchen) Meilen in einer Stunde fortſchaffen laſſen. Ueberlaſſen wir uns den Erwartungen, welche die wahrſcheinlichen Verbeſſerungen der Dampfmaſchine erwecken dürfen, ſo glaube ich nicht, daß ſelbſt das Doppelte dieſer Geſchwindigkeit die Grenzen der Leiſtungen überſchreiten werde, welche die Mechanik noch machen kann.

Die große Ausdehnung, welche die Anwendung der Dampfkraft auf die Beförderung des Binnenverkehrs durch die vielen theils begonnenen, theils entworfenen Eiſenbahnen haben wird, giebt der Unterſuchung über dieſen Gegenſtand

ein großes Interesse. Weder die Weisheit des Philosophen noch die Kunde des Statistikers, noch auch der Vorausblick des Staatsmanns ist im Stande, die wichtigen Folgen zu bestimmen, welche die Ausführung dieser Entwürfe auf die Fortschritte des menschlichen Geschlechts haben wird. Wie sehr die Fortschritte der Civilisation, die Verbreitung der Kenntnisse, die Bildung des Geschmackes, die Verfeinerung der Sitten von einer leichten und schnellen Vermischung der Bestandtheile der menschlichen Gesellschaft abhängen, bedarf keiner Auseinandersetzung. So lange die Bevölkerung aus abgesonderten und unabhängigen Massen besteht, die sich nicht in einander mischen können, werden ihre schlummernden Verwandtschaften nie zur Thätigkeit geweckt und die wichtigsten Eigenschaften einer jeden nie der andern mitgetheilt. Wie feste Körper in der Physik, gehen sie nur langsam in Verbindung über, aber wenn sie die Eigenschaft des Flüssigwerdens erhalten haben, wenn ihre Bestandtheile durch Schmelzung auseinandergehen, denn fließen die Theile des einen durch die Theile des andern, es werden die Verwandtschaften geweckt, neue Verbindungen gebildet, ein wechselseitiger Austausch der Eigenschaften tritt ein und es entstehen Zusammensetzungen, die weit mehr Werth haben, als die ursprünglichen Elemente.

Die Verbreitung der Civilisation und die Beförderung des Verkehrs zwischen den von einander entfernten Volksmassen sind immer mit gleichzeitigen Fortschritten verbunden gewesen, und das eine schien immer die Ursache oder die Folge des andern zu seyn. Daher kommt es, daß die Städtebewohner stets der ländlichen Volksmenge in geistiger Regsamkeit voraus sind. Aber die Wohlthaten des Verkehrs können, ohne die eigenthümlichen Vorzüge einer jeden aufzuheben, auf beide ausgedehnt werden, wenn die außerordentliche Leichtigkeit des Verkehrs, welche eine Folge der anzulegenden Eisenbahnen sein muß, in das Leben getreten ist. Auf der großen Eisenbahnlinie zwischen London und Birmingham wird man die Reise zwischen beiden Städten mit

der Hälfte des zeitherigen Aufwandes an Zeit und Kosten machen können, und der Verkehr selbst wird wahrscheinlich vervierfacht werden, wenn wir auch nur den unmittelbaren Verkehr zwischen den beiden Endpunkten der Linie betrachten; sehen wir aber auf die zahlreichen Arme, die sich in den Hauptstrom aus allen anliegenden Punkten ergießen werden, so haben wir keine Analogien, auf welche wir eine Berechnung der unermeßlichen Zwischenverbindung, die dann stattfinden muß, stützen können. So müssen leicht verderbende Gewächse, welche für die Städte Bedürfniß sind, jetzt in den Vorstädten erzeugt werden; wenn sie aber auf einer ebenen Bahn 20 englische Meilen weit in einer Stunde fortgeschafft werden können, so wird der Landbauer aus entfernteren Gegenden sie herbeiführen. Die Städtebewohner werden nicht länger auf ihre engen Straßen beschränkt, nicht mehr in ihren hohen Häusern zusammengedrängt sein, sondern in Entfernungen wohnen können, die jetzt zu weit von dem Kreise ihrer täglichen Beschäftigungen sein würden. Die Städte müssen gesunder werden, wenn sich ihre Bewohner über eine größere Oberfläche, ohne Nachtheil für ihren Lebensberuf, verbreiten können; die Vortheile des Landlebens werden den Städtern zufließen und die Verfeinerung und Gesittung der Städte ihre Wohlthaten über die ländliche Bevölkerung verbreiten.

Widerstand der Wagen auf Schienen-Wagen. [1])

Den Widerstand, welchen die Bahnwagen auf einer Eisenbahn der Zugkraft entgegen setzen, welchen man nur uneigentlich Reibung nennt, und von dem wir schon weiter oben im zweiten Kapitel im Allgemeinen redeten, ist ein sehr wesentlicher Gegenstand, den Hr. Wood (a. a. O.) durch vielfache Versuche zu erörtern sich bemühet hat.

---

1) Nach Minard's Vorlesungen, S. 142.

Man bedient sich, um diesen Widerstand zu messen, eines Pendel Dynamometers [1]). Dieses Instrument wird zwischen den Zug und den Wagen gelegt. Die verschiedenen Neigungen des Pendelzeigers geben, auf dem Limbus, der vorher nach Gewichten getheilt worden ist, die Stärke des Zuges unmittelbar in Gewicht an.

Mittelst dieses Werkzeuges hat Hr. Wood die Reibung direkt gemessen; aber er hat sie auch aus der Bewegung den Wagen auf abhängigen Bahnen berechnet. Das Verhältniß zwischen dem Abhange der Bahn, der Zeit und der Länge des Laufs, dem Gewicht des Wagens und der Reibung, giebt diese letztere aus dem beobachteten Maaße der übrigen.

Die Reibung eines Wagens auf horizontaler Bahn ist zusammengesetzt aus der Reibung der Achsen in den Lagern und aus der Reibung der Räder in den Bahnschienen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß diese Reibungen nicht so stark zunehmen, als der Druck. Aber in der Praxis kann man sie als proportional ansehen.

Es werde bezeichnet:

Der Durchmesser der Achsen durch d, derjenige der Räder durch D;

Das Gewicht eines Wagenkastens, mit Ladung, durch W, dasjenige der Räder r Achsen durch R;

Die Reibung am Umfange der Achsen durch F W, diejenige am Umfange der Räder auf den Schienen durch F 1, (W + R); die diesen beiden gleiche Zugkraft durch F: so ist:

$$1.\ F = \frac{d}{D}\ F\ W + F,1\ (W + R).$$

Um zu sehen, ob sich die beiden Reibungen wie der sie hervorbringende Druck verhalten, muß wenigstens eine derselben besonders gemessen werden, was auch Hr. Wood gethan hat. Er hat zuerst die gesammte Reibung gemessen:

---

1) Die Einrichtung eines solchen Instruments, welches in jedem Handbuch der Mechanik beschrieben ist, müssen wir hier als bekannt voraussetzen.

theils direkt, theils durch das Herabrollen der Wagen von abhängigen Bahnen. Darauf hat er die Reibung der Räder auf den Schienen allein gemessen, und diese zweite Räubung vom Ganzen abgezogen, gab nun die erste.

Wenn man zu den obigen Bezeichnungen noch den in der Zeit t von dem Wagen durchlaufenen Raum durch E;

Die Geschwindigkeit, welche die Schwere in der ersten Sekunde hervorbringt, durch g und die Länge des Wagens, auf die Höhe 1, durch i bezeichnet:

So ist (nach Navier, resumé des leçons sur les machines, p. 149), wenn man die Trägheit der Masse der Räder eines Wagens ausser Acht läßt,

$$2.\ E = \frac{g\,t_2}{2\,i} \cdot \frac{W + R - i\,F}{W + R}.$$

Das Moment der Trägheit der Masse der Räder, dieselbe voll und homogen angenommen, ist $^1/_2\ f^2\ R$; und da nun die Geschwindigkeit ihres Umfanges der des Wagens gleich ist, so widerstehen die Räder wie eine Masse $^1/_2$ R auf dem Wagen. Also ist, mit Rücksicht auf die Trägheit der Masse der Räder,

$$3.\ E = \frac{g\,t_2}{2\,i} \cdot \frac{W + R - i\,F}{W + \frac{3}{2}\,R},$$

und folgt daraus:

$$4.\ F = \frac{W + R}{i} - \frac{E}{g\,f^2}\,(2\ W + 3\ R);$$

welche Formel derjenigen ähnlich ist, durch welche Hr. Wood die gesammte Reibung auf abhängigen Bahnen berechnet hat.

Für W = o, oder für den Fall, wenn nur Räder und Achsen vorhanden sind, reduzirt sich die Reibung F auf f 1, R, und es ist also zufolge des Ausdrucks (4), wenn man in demselben W = O setzt,

$$F\ 1.R = \frac{R}{i} - \frac{E}{g\,f^2}\,.\,3\ R;$$

woraus folgt:

$$5,\ F\ 1 = \frac{1}{i} - \frac{3\ E}{g\,f^2}\,.$$

Um dieſe einzelne Reibung zu beobachten, hat Hr. Wood ein einzelnes Paar Räder mit einer Achſe, eine abhängige Bahn hinabrollen laſſen. Er hat die Ergebniſſe dabei beobachtet, und, dieſelben in den Ausdruck (5 ſetzend, daraus F 1 berechnet. Um den Druck zu verändern, hat man darauf den Zwiſchenraum zwiſchen den Speichen der Räder mit Blei ausgefüllt. Der Abhang der Bahn betrug 1 auf 100; der Durchmeſſer der Räder betrug 2 Fuß 9 1/4 Zoll; die ganze durchlaufene Länge 484 Fuß; die Zeit wurde beobachtet, auf jedes Fünftel der durchlaufenen Länge und es wurde nun die Reibung für die verſchiedenen Geſchwindigkeiten, die von 5 3/4 Fuß bis 12 3/4 Fuß ſtiegen, berechnet.

Hr. Wood hat auf dieſe Weiſe gefunden, daß die Reibung bloßer Räder mit der Achſe am Umfange der Räder den 640ſten bis 804ten Theil der Laſt beträgt; die Reibung beladener Räder aber, wie unter dem Gewicht des Wagens, den 800ſten bis 1200ſten Theil der Laſt. Da aber die Formel, nach welcher er gerechnet hat, nicht ganz genau iſt, ſo muß ſie erſt berichtigt werden, und dann findet ſich der 500ſte Theil. Da ein einzelnes Paar Räder leichter aus der Richtung der Bahn kommen kann, als vier durch das Wagengeſtell verbundene Räder und da ſich alſo die Radränder an den Schienen klemmen können, ſo nimmt Hr. Wood das kleinere Ergebniß an [1]). Uebrigens iſt leicht einzuſehen, daß wenn es auf Zahlen ankommt, bei denen es einzelne Tauſendtheile gilt, die Verſuche ſehr delikat und die Reſultate ſehr ungewiß werden.

Coulomb hat dieſe Art von Reibung an hölzernen Cylindern, von 6 bis 12 Zoll Durchmeſſer mit 1067 Pfd. belaſtet, und auf glatt gehobelten Hölzern vollends, direkt gemeſſen. Er hat gefunden, daß ſich die Reibung wie der Druck und umgekehrt wie der Durchmeſſer der Cylinder verhält, ſo daß die Reibung eines Cylinders von Franzoſenholz

---

[1]) Aus dieſem Grunde muß man ſich wundern, daß Hr. Wood die Verſuche mit einem einzelnen Räderpaare und nicht mit einem ganzen Wagen angeſtellt hat.

(Guinee), 2 Fuß $9^1/_4$ Zoll im Durchmesser, etwa den 1000sten Theil der Last betragen würde.

Folgendes ist die Uebersicht der ersten 5 und des 21sten Versuchs des Hrn. Wood. Bei den 5 ersten Versuchen betrug das Gewicht der beiden Räder und der Achse 576 Pfd., bei dem 21sten Versuch 4330 Pfd.

Nro. des Versuchs.	1. Abhang der Bahn von oben ab.	2. Durchlaufene Länge der Bahn.	3. Zeitdauer der Bewegung. Secunden.	4. Verhältniß der Reibung zum Gewicht nach Wood.	5. Geschwindigkeit am Ende der Bewegung.	6. Verhältniß der Reibung zum Gewicht nach der Formel (5.)	7. Beschleunigende Kraft. $\frac{1}{v}$ Linien.
1	1 auf 100,4	97 F. 1 Z.	34, 2	1 auf 847	5 F. 8 Z.	1 auf 500	28,86
2	1 — 98,9	194 „ 2 „	48, 8	1 — 730	7 „ $11^1/_2$ „	1 „ 433	23,49
3	1 — 97,9	291 „ 3 „	59, 6	1 — 714	9 „ 9 „	1 „ 428	23,54
4	1 — 100,4	388 „ 4 „	70, 2	1 — 694	11 „ $^1/_2$ „	1 „ 425	23,57
5	1 — 101,5	485 „ 5 „	79, 1	1 — 694	12 „ $1^1/_2$ „	1 „ 425	21,51
21	1 — 101,5	485 „ 7 „	76,04	1 — 885	12 „ 9 „	1 „ 562	24'15

Die fünf ersten Columnen dieser Uebersicht sind aus dem Werke des Herrn Wood entnommen, die 6te drückt das Verhältniß der Reibung zum Gewicht nach der Formel (5) aus, und die 7te die beschleunigende Kraft, welche ein wenig mit der Geschwindigkeit abnimmt.

Herr Wood folgert aus diesen Versuchen, daß die Reibung auf den Schienen sich wie der Druck verhalte und von der Geschwindigkeit beinahe unabhängig ist. Indessen scheint die Hälfte der Zahl seiner Versuche anzuzeigen, daß die Reibung ein wenig mit der Geschwindigkeit zunimmt.

Die plötzlichen Stöße, welche man in einem Wagen auf der Eisenbahn empfindet, kommen daher, wenn die Schienen an ihren Wechseln, nicht genau in einerlei Ebene liegen. Der daraus entstehende Widerstand gegen die Zugkraft ist zwar nicht zu der Reibung auf den Schienen zu zählen; gleichwohl aber ist er ein Theil des zu überwindenden Widerstandes und dessen, den die Formel angiebt. Anders ist es mit den Stößen, welche die Radränder erfahren, wenn sie durch Abweichungen der Wagen aus der Bahnlinie gegen

die Schienen gedrängt werden. Die Verluste der lebendigern Kraft, welche alle diese Stöße verursachen, müssen stärker als die Geschwindigkeit zunehmen; und dieses um so mehr, weil die Wagen meistens keine Federn haben.

In Folge dieser Erwägung scheint es, daß die Schlüsse des Herrn Wood nicht weit über die Geschwindigkeit hinaus ausgedehnt werden dürften, die er unmittelbar beobachtet hat, und welche noch nicht der dritte Theil der Geschwindigkeit der Personenwagen ist. Es wäre zu wünschen, daß man Versuche für größere Geschwindigkeiten anstellte, die aber um so schwieriger seyn werden, da man nicht sieht, wie der Widerstand der Reibung auf den Schienen von dem Widerstande der Luft sich trennen lasse, wenn man nicht etwa den letzten zuerst ermittelte.

Folgendes sind die Resultate, welche Herr Wood aus seinen vorzüglichsten Versuchen über den gesammten Widerstand, den Wagen auf einer Eisenbahn erfahren, theils durch unmittelbare Messung mit dem Dynomometer, theils durch Rechnung nach der Formel (4), gefunden hat.

Nro. der Versuche.	Druck auf die Schienen.	Druck auf die Achsen.	Widerstand von der Reibung d. Achsen.	Widerstand Im Ganzen.	Zahl der Durchmesser d. Achsen welche auf den Durchmesser d. Rades gehen.	Es verhält sich die Reibung zum Druck a. d. Achsen.	Es verhält sich der gesammte Widerstand zum Druck auf die Schienen.
1. Messungen mit dem Dynamometer.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.			
3.	2521	1300	8,00	13,04	12,36	1 : 13	1 : 193
2.	2521	1300	7,04	12,08	12,36	1 : 15	1 : 208
4.	4657	3468	15,81	25,14	12,36	1 : 18	1 : 185
5.	6828	5637	19,21	32,87	12,36	1 : 24	1 : 207
1.	8264	7045	21,19	37,71	12,36	1 : 27	1 : 219
6.	8236	7045	22,20	38,67	12,36	1 : 25	1 : 213
7.	8183	6990	21,34	37,71	12,36	1 : 26	1 : 216
2. Aus der Formel berechnet.							
11.	3359	2089	5,37	12,29	11,60	1 : 32	1 : 273
12.	8806	7585	20,11	37,71	12,36	1 : 30	1 : 233
10.	9105	7837	24,52	42,73	11,60	1 : 28	1 : 212
9.	9105	7837	21,77	40,08	11,60	1 : 31	1 : 227
8.	9105	7837	19,83	38,03	11,60	1 : 34	1 : 241

Hr. Wood findet also, im Ganzen, für die gesammte Reibung den 173sten bis 185sten Theil des Drucks. Er nimmt, im Mittel, den 200sten, und wenn Wagen und Bahn in sehr gutem Zustande sind, den 240sten Theil an.

Der Erfahrung nach vermehren die Feuchtigkeit, der Koth, der Staub und der Schnee die Reibung der Schienen. Am geringsten ist die Reibung, wenn die Schienen entweder ganz naß, oder wenn sie ganz trocken sind. Auch der Wind verzögert den Lauf der Wagen sehr, sowohl wenn er ihnen entgegen weht, als wenn er sie seitswärts gegen die Schienen drängt.

Für die Reibung der Achsen in ihren Lagern findet Hr. Wood den 10ten bis 23sten Theil des Drucks, und diese Reibung scheint für einen starken Druck geringer zu seyn. Jene beiden äußersten Verhältnisse, die auf der Voraussetzung beruhen, daß die Reibung auf den Schienen der 1000 Theil sey, gehen auf den 13ten und 34sten Theil über, wenn man für die Reibung auf den Schienen den 50sten Theil annimmt.

Die Beträchtlichkeit der Reibung der Achsen, welche sich außerdem so sehr verschieden ergab, hat Hr. Wood bewogen, noch sorgfältigen Versuche über die Bewegung der Achsen allein anzustellen, und er hat gefunden, daß, wenn die Lager von Gußeisen, oder von Kupfer, und durch langen Gebrauch recht platt sind, die Reibung bis auf den 60sten Theil vermindert werden kann. Am geringsten war die Reibung, wenn der Druck etwa $102\frac{1}{2}$ Pfd. auf den Quadratzoll Fläche des Achsenlagers betrug. Die flüssige Schmiere war die beste.

Die Reibung der Achsen war nach Wood bei weitem geringer, als nach Coulomb die Reibung der Rollen-Achsen, die den 11ten Theil des Drucks betragen soll. Coulomb hat diese Reibung direkt gemessen, während Wood sie durch die Abrechnung des Widerstandes der Schienen findet, dessen Schätzung unsicher ist. Abgesehen von dieser Differenz scheint es aber auch, daß die Reibungen in den beiden Fällen nicht unmittelbbr vergleichbar sind. Bei den

Coulomb'ſchen Verſuchen waren die Achſen und Lager feſt und drückten einander mit unveränderlicher Kraft; bei der Bewegung der Wagen kommen die Stöße der Geſammtheit derſelben in Betracht, vermöge deren ſie einer auf den andern wirken.

Man hat die Reibung der Achſenlager dadurch zu vermindern geſucht, daß man zwei Syſteme von Rädern, eines über das andere ſetzte. Die Felgen der obern Räder laufen auf den Achſen der untern, und dieſe auf den Schienen. Dieſe, ſeit lange bekannte, Anordnung hat kein, irgend vortheilhaftes Reſultat gegeben, welches aber möglicher Weiſe nicht in der Anordnung ſelbſt, ſondern wohl nur in der Ausführung derſelben liegen kann.

Federn zwiſchen den Achſenlagern und dem Wagenkaſten ſcheinen die Zugkraft nicht merklich zu vermindern, obgleich es auf gewöhnlichen Straßen der Fall iſt. Herr Wood theilte die Reſultate von 9 Verſuchen mit Federwagen auf der Liverpooler Straße mit. Das Ergebniß für die Reibung war der 244ſte bis 292ſte Theil der Laſt; der Durchmeſſer der Räder war 26mal ſo groß als der Durchmeſſer der Achſen was für die Reibung den 112ten, 135ſten Theil der Laſt giebt, wenn wie gewöhnlich der Durchmeſſer der Räder 12mal ſo groß iſt, als der Durchmeſſer der Achſen. Danach alſo hätten die Wagenfedern keinen Vortheil gewährt.

Es iſt zu bedauern, daß Hr. Wood nur Verſuche auf ganz geraden Bahnen angeſtellt hat, und nicht auf Bahnen in gewöhnlichem Zuſtande, und in vollem Dienſt. Mehrere Umſtände veranlaſſen die Vermuthung, daß die geſammte Reibung der Schienen viel beträchtlicher iſt, als man glaubt. So rollen, nach Hrn. Minard, auf der Bahn zwiſchen Rive-de-Gier und Givors, die einen Abhang zwiſchen 1 auf 166 hat, die Wagen nur dann allein herab, wenn die Achſen ſehr gut geſchmiert ſind. Bei Epinac rollen die leeren Wagen nur da von einem Abhange von 1 auf 143 herab, wo die Bahn gerade iſt, bleiben aber in Krümmungen ſtehen. Auf der kleinen Schienenbahn von Denain bewegen ſie ſich,

auf einem Abhange von 1 auf 135, nur erſt dann, wenn ſie angeſtoßen werden, und bei Roanne bewegen ſie ſich von einem Abhange von 1 auf 104 nur mühſam hinab und bleiben zuweilen ſtehen. Jedoch kann dieß nur an einer beſondern Mangelhaftigkeit der Konſtruktion der Wagen ſowohl als der Bahn liegen.

Zu dieſen Umſtänden, welche Veranlaſſung geben, die Reibung ſtärker anzunehmen, als Herr Wood laſſen ſich noch folgende geſellen.

Erſtlich vermehren Regen, Schnee, Koth und Staub die Reibung; und dieſe Vermehrung kann bis zu dem 6ten Theile des geſammten Widerſtandes ſteigen.

Zweitens zeigen einige Erfahrungen, daß der geſammte Widerſtand der 185ſte Theil der Laſt, andere, daß er noch größer iſt; beſonders bei den Federwagen auf der Liverpooler Bahn.

Drittens ſcheint die Schätzung der Reibung des Hrn. Wood deßhalb zu gering, weil ſie nicht die Reibung der Räder ſeitwärts in den Schienen mit einbegreift, die doch ſehr oft wirklich Statt findet, indem die Wagen faſt immer ſeitwärts gedrängt werden: ein Umſtand dem Herr Wood bei ſeinen Verſuchen ausgewichen iſt.

Viertens darf man, wenn man auch vorausſetzt, daß Schienen und Wagen, auf Bahnen für große Geſchwindigkeiten, in beſonders gutem Stande erhalten werden, doch auch gegenſeits den Widerſtand der Luft nicht außer Acht laſſen, ſo daß alſo deßhalb die Reibung eher noch höher als niedriger angeſchlagen werden muß. Auch die Biegung der Schienen, die bei großen Geſchwindigkeiten zunimmt, vergrößert den Widerſtand.

Fünftens endlich fanden die Ingenieurs, die von den Aktionnairs der Liverpooler Straße im Jahre 1830 aufgefordert worden waren, die Rechnungsſätze für das Fuhrwerk zu ermitteln, nach vielen Unterſuchungen im Dienſt befind-

licher Schienenwege, und obgleich ihnen ein Theil der Wood'schen Versuche bekannt war, daß man

für die Reibung den 180sten Theil der Last

annehmen müsse.

Alles also erwogen, scheint uns dieses Verhältniß im Allgemeinen das richtigere. Die Reibung muß nur in besondern Fällen höher angeschlagen werden, welches auch Hrn. Wood thut, da er von dem 240sten bis auf den 213ten Theil steigt. Vorausgesetzt wird übrigens, daß für das Verhältniß 1 zu 180 der Durchmesser der Räder 11 bis 13mal so groß als der Durchmesser der Achsen sey.

Wir ersehen aus dem Gesagten, daß der Widerstand der Wagen auf Schienenwegen eine der wichtigsten Fragen in Beziehung auf dieselben ist, weshalb wir nicht umhin können, die, sowohl durch die Methode der Anstellung, so wie durch die Größe der Lasten ausgezeichneten Versuche, welche auf der Liverpool-Mancheſter-Eisenbahn, in neuester Zeit unternommen worden sind und die Herr Guyonpeau de Pambour [1]) mittheilt, nachfolgen zu lassen, indem sie genauer und neuer, als die weiter oben mitgetheilten, welche von Herrn Wood angestellt worden, sind und auch mehr die Dampfwagen und den Transport mit denselben berücksichtigen.

Die Lasten welche auf dieser Eisenbahn durch Dampfwagen fortgeschafft werden, befinden sich auf einer größern oder geringern Anzahl einzelner Wagen vertheilt, welche aneinander gehängt sind.

Der Widerstand, welchen diese Wagen ihrer Fortbewegung entgegenstellen, hängt nicht allein von ihrem Gewichte ab, sondern auch von dem Zustande der Eisenbahn, und von ihrer eigenen, mehr oder weniger vollkommenen Konstruktion.

Der Zweck einer Eisenbahn ist, einen vollkommen harten und ebenen Weg darzubieten; ist dieselbe nun schlecht unter-

---

1) Traité théoretique et pratique des Machines locomotives. Paris 1835. Hier nach dem Auszuge aus diesem trefflichen Werke von Hrn. G. R. v. Dechen in Karstens Archiv für Mineralogie ꝛc. IX. 493. ꝛc.

halten, so daß sie sich von diesen Bedingungen entfernt, so wird der Widerstand der Wagen ebenso zunehmen, als wenn die Wagen selbst schlecht konstruirt, oder schlecht reparirt sind

Die Kraft, welche zur Fortbewegung eines bestimmten Gewichtes auf der Eisenbahn erforderlich wird, ist daher nicht in allen Fällen gleich. Auf guten Schienen und bei gut konstruirten Wagen ist eine Kraft von 8 Pfund hinreichend, um ein Gewicht von 1 Tonne (2240 Pfund) fortzubewegen; d. h. ein Gewicht von 8 Pfund, welches an dem Ende einer, über einer Rolle fortgehenden Schnur befestigt ist, genügt, um einen daranhängenden Wagen anzuziehen, Auf anderen Schienen und bei einer andern Construktion der Wagen werden dagegen 10 Pfund oder ein noch größeres Gewicht erforderlich sein, um dasselbe zu leisten.

Die früheren, mit älteren Wagen angestellten Versuche zeigten, daß zur Fortbewegung von 1 Tonne 10 bis 12 Pfd. erforderlich seyen. Seit der Vervollkommnung der Wagen hat man jedoch keine größeren Versuche mit denselben in ihrem gewöhnlichen Zustande angestellt.

Es war auf der Liverpool-Mancester Eisenbahn nun ein Versuch mit einem neuen, eben aus der Werkstätte hervorgegangenen Wagen angestellt worden, der aber in diesem Zustande durchaus kein Anhalten für den Widerstand gewähren konnte, welchen längere Zeit im Gebrauch stehende Wagen darbieten; denn derselbe war sorgfältig zu dem Versuche geschmiert, die Achsenspindeln waren durch die Stöße noch nicht gebogen, die Räder waren noch fest und winklich gegen die Achsen; die Pfannen waren völlig parallel, die Radumfänge vollkommen kreisrund, die Schienen waren sorgfältig gereinigt. Man fuhr auch fort auf dieser Eisenbahn den Widerstand der Wagen zu 10 Pfund auf 1 Tonne ($^1/_{224}$) anzunehmen.

Es wurde daher nothwendig, andere Versuche über den Widerstand der neuen Wagen auf dieser Eisenbahn anzustellen; denn die Versuche und Betrachtungen über die Dampfwagen zeigten, daß die anhängenden Wagenzüge nicht

einen so großen Widerstand leisten konnten, als man ihnen gewöhnlich zuschrieb, denn es fand sich, daß der Wiederstand unter diesen Voraussetzungen bei weitem das Maaß des Effektes der Dampfwagen überstieg. Die Berechnung des Effektes ergab, daß der Widerstand der Wagen nur 8 Pfund für eine Tonne ($^1/_{280}$) betragen könne.

Reibung, bestimmt durch das Dynamometer.

Das einfachste Mittel zur Bestimmung der Reibung oder des Widerstandes der Wagen schien in der Anwendung des Dynamometers zu liegen, weil dasselbe unmittelbar die Zugkraft angiebt, welche zur Hervorbringung der Bewegung erforderlich ist; da aber die Wirkung des Ziehens sowohl bei Menschen, wie bei jeder andern belebten bewegenden Kraft, nur stoßweise wirkt, so schwankt das Dynamometer beständig zwischen sehr weit entlegenen Grenzen und kann daher kein scharfes Resultat geben. Es schien uns jedoch, daß bei dem Ziehen durch einen Dampfwagen, dessen Wirkung fortdauernd sich gleich bleibt und dessen Geschwindigkeit außerdem durch die Masse des Wagenzuges regulirt wird, das Dynamometer nur sehr geringe Schwankungen zeigen würde, und daß die Höhe der Maschine besonders bei den letzten Wagen sich nicht mehr bemerkbar machen würde.

Der Versuch mit dem Dynamometer wurde daher auf folgende Weise angestellt. Nachdem der Dampfwagen Leeds mit einem Zuge von 12 Wagen eine gleichmäßige Geschwindigkeit von 3 bis 4 Meilen in der Stunde erlangt hatte, wurde die Verkuppelungskette der 3 letzten Wagen ausgehängt und durch ein Dynamometer mit kreisförmiger Feder ersetzt. Der Versuch wurde auf einer ganz horizontalen Strecke der Bahn $1^1/_2$ — 2 Meilen von Liverpool entfernt angestellt.

Die Hoffnung, den Zeiger der Federwaage unveränderlich auf einer Stelle zu sehen, wurde inzwischen sehr getäuscht; er hielt sich zwar im Durchschnitt auf den 100 Pfund ange-

benden Punkt der Eintheilung, schwankte aber dabei zwischen 50 Pfund und 170 Pfd., ja sogar bei einigen Stößen, welche die Wagen auf der Bahn erhielten, ging der Zeiger bis an das Ende der Eintheilung bei 220 Pfd. Diese einzelnen Stöße ließen sich jedoch sehr wohl von dem gewöhnlichen Zuge unterscheiden. Die Bewegung wurde indeß nicht regelmäßiger und der Versuch mußte daher aufgegeben werden.

Das Mittel der Schwankungen betrug zwischen 50 und 170 Pfund; 110 Pfund. Die 3 Wagen welche hiedurch fortgezogen wurden, wiegen 14,27 Tonnen und der Widerstand ist daher 7, 7 Pfund auf 1 Tonne ($^1/_{290,9}$).

Es muß hierbei mit Rücksicht auf die weitere Verfolgung des Gegenstandes bemerkt werden, daß bei dieser Bestimmung der direkte Widerstand der Luft gegen die bewegten Wagen von keinem Einflusse sein konnte, weil derselbe nur die 3 letzten Wagen eines ganzen Zuges in Anspruch nahm. Die Luft konnte daher nur eine Seitenreibung veranlassen, welche um so unbedeutender ausfallen mußte, als die Geschwindigkeit nur 3 — 4 englische Meilen in der Stunde betrug. Der ganze direkte Widerstand der Luft fällt natürlich auf den ersten Wagen, der bei diesem Versuche gar nicht in Anspruch genommen wurde.

Dieser Versuch konnte nicht als entscheidend angesehen werden; man mußte bestimmtere Resultate erhalten.

Nachdem eine passende Stelle am Fuße der geneigten Ebene von Sutton, $11^1/_2$ englische Meilen von Liverpool ausgewählt worden war, wurde dieselbe mit äußerster Genauigkeit bis auf zehntel Zolle nivellirt und sodann die Versuche nach folgenden Grundsätzen begonnen.

Reibung, bestimmt durch den Reibungs-Winkel.

Man habe eine geneigte Ebene A B (Taf. XIV., Fig. 143), auf der ein schwerer Körper herabgleitet ohne Reibung; am Ende derselben habe man eine zweite geneigte Ebene,

welche mit der Erſten zuſammenhängt und auf der der Körper ſeine Bewegung fortſetzt.

Der Körper wird auf der geneigten Ebene durch die Schwerkraft herabgeführt, dieſe Kraft wirkt jedoch nicht in ihrem ganzen Betrage. Sie zerlegt ſich in zwei Kräfte, von denen die welche ſenkrecht gegen die geneigte Ebene wirkt, durch den Widerſtand dieſer letztern gänzlich aufgeſchoben wird, und die beſchleunigende Kraft, welche die Bewegung hervorruft, iſt diejenige, welche der geneigten Ebene parallel wirkt. Wenn daher g die Größe der Schwerkraft ϑ' den Winkel bezeichnet, welchen die geneigte Ebene mit den Verticalen bildet, ſo iſt die beſchleunigende Kraft, die die Bewegung hervorbringt.

$$\varphi = g . \cos. \vartheta'$$

Der allgemeine Ausdruck der beſchleunigenden Kraft iſt aber $\varphi = \frac{d v}{d t}$; wenn v die Geſchwindigkeit und t die Zeit bezeichnet, woraus folgt:

$$g, \cos. \vartheta', = \frac{d v}{d t},$$

Die Bewegung; welche während des Incrementes einer gewiſſen Zeit erfolgt, kann immer als gleichförmig betrachtet werden. Wenn daher der darin durchlaufene Raum $= x$ iſt, ſo hat man

$$v = \frac{d x}{d t} \text{ oder } d t = \frac{d x}{v}$$

Dieſer Ausdruck für d t in die obere Gleichung ſubſtituirt, macht dieſelbe

$$v . d v = g . \cos \vartheta' . d x .$$

Wird dieſe Formel integrirt, und dabei berückſichtigt, daß die Geſchwindigkeit beim Anfange der Bewegung $= 0$, oder daß für $x = 0$, auch $v = 0$ ſein muß, ſo erhält man

$$\frac{v^2}{2} = g . \cos \vartheta' . x .$$

Dieſe Gleichung giebt die Geſchwindigkeit des bewegten Körpers für jeden Punkt der erſten geneigten Ebene an.

Wenn der Körper daher in dem Punkte B angekommen ist, und die Entfernung desselben von dem Anfangspunkte der Bewegung wird durch X′ bezeichnet, so ist

$$v^2 = 2 g \cos. \vartheta' . x' .$$

Dieß ist die Geschwindigkeit, welche der Körper bereits in dem Moment erlangt hat, in dem er von der ersten geneigten Ebene zur zweiten übergeht. Diese Geschwindigkeit hat jedoch der Körper nur in einer der ersten Ebene parallelen Richtung erlangt, und es würde daher eine der gegenseitigen Neigung beider Ebenen entsprechende Mittelgeschwindigkeit daraus hervorgehen, wenn der Uebergang aus einer Ebene in die andere plötzlich (durch einen Winkel) stattfände, wenn aber der Uebergang durch einen Bogen, der beide Ebenen tangential berührt, stattfindet, so wird kein Verlust an Geschwindigkeit und Kraft eintreten; der Körper wird vielmehr seinen Lauf auf der zweiten Ebene mit derselben Geschwindigkeit beginnen, mit der er denselben auf der ersten Ebene beschlossen hat.

Ausserdem aber wird der Körper auch hier durch die Schwerkraft bewegt. Wenn ϑ'' der Winkel ist, den die zweite geneigte Ebene mit der vertikalen bildet, so wird hieraus eine beschleunigende Kraft hervorgehen.

$$p' = g . \cos \vartheta''$$

und man erhält durch dieselben Betrachtungen für die zweite Ebene, wie vorher

$$v^2 = 2 g . \cos \vartheta'' x + C .$$

Die constante C bestimmt sich dadurch, daß für $x = 0$ v gleich der Geschwindigkeit werden muß, welche beim Anfang der Bewegung auf der zweiten geneigten Ebene stattfindet. Diese Geschwindigkeit ist aber nach dem Vorhergehenden

$$V^2 = 2 g . \cos \vartheta' x'$$

man hat daher $C = 2 g . \cos \vartheta' . x'$.

Substituirt man diesen Werth von C in dem Ausdruck für die auf der zweiten geneigten Ebene stattfindende Geschwindigkeit, so erhält man

$$v^2 = 2 g . \cos \vartheta'' x + 2 g . \cos \vartheta' . x' .$$

Wenn nun die Verticalhöhen der geneigten Ebenen mit z' und z'' bezeichnet werden, so hat man

$$x' \cdot \cos \vartheta = z' \text{ und } x \cdot \cos \vartheta'' = z'' .$$

Die letzte Gleichung für v^2 nimmt daher die Form

$$v^2 = 2g(z' + z'') \text{ oder } v_2 = 2gz .$$

an, wenn z die Höhe des Punktes, wo sich der bewegte Körper unter dem Anfangspunkte der Bewegung befindet bezeichnet.

Dieß ist die Gleichung für den Fall, daß der Körper sich ohne Reibung auf der geneigten Ebene bewegt. Man sieht daher, daß in dieser Gleichung $v = 0$ nur dann wird, wenn $z = 0$, d. h. der bewegte Körper wird nur dann erst stehen bleiben, wenn er eine geneigte Ebene von entgegengesetzter Neigung, wie die erstere, herausgelaufen ist, und bis zu einem mit dem Anfange gleich hoch liegenden Punkte.

Wenn aber bei der Bewegung des Körpers Reibung stattfindet, so wird diese, da sie nach der Erfahrung nicht von der Geschwindigkeit abhängt, als eine gleichförmig verzögernde Kraft wirken, entgegengesetzt demjenigen Theile der Schwerkraft, welche parallel mit der geneigten Ebene wirkt.

Durch Einführung dieser neuen Kraft werden die beschleunigenden Kräfte der Bewegung auf jeder der beiden geneigten Ebenen nicht mehr

$$g \cdot \cos \vartheta' \text{ und } g \cdot \cos \vartheta'' \text{ sein, sondern}$$
$$g \cdot \cos \vartheta' - f \text{ und } g \cdot \cos \vartheta'' - f,$$

wenn f die der Reibung entsprechende verzögernde Kraft bezeichnet.

In diesem Falle wird daher die Geschwindigkeit des Körpers an irgend einem Punkte m der zweiten Ebene, welcher von dem Punkte B um die Länge x entfernt ist, sein.

$$v^2 = 2(g \cdot \cos \vartheta'' - f)x + 2(g \cdot \cos \vartheta' - f)x' .$$

Wenn nun wie vorher anstatt $x \cdot \cos \vartheta''$, z'' anstatt $x' \cdot \cos \vartheta'$, z' und endlich für $z'' + z'$, z gesetzt wird, so erhält man:

$$v^2 = 2g \cdot z - f(x' + x) .$$

Diese Gleichung gibt die Geschwindigkeit des bewegten Körpers mit Berücksichtigung der Reibung an irgend einem Punkte seines Laufes an. In diesem Falle kann nach der

Gleichung $v = 0$ nur dann werden, wenn $z = 0$; $x' = 0$; $x = 0$, d. h. entweder am Anfange der Bewegung oder wenn

$$g z - f (x' + x) = 0 .$$

Wenn daher der einmal auf dieſe Weiſe in Bewegung geſetzte Körper an irgend einem Punkte, etwa in m ſtehen bleibt, ſo muß dieſer Punkt obiger Gleichung Genüge leiſten, und es iſt für denſelben

$$g z = f (x' + x) .$$

Wenn beide Seiten dieſer Gleichung im M, der Maſſe des bewegten Körpers multiplicirt werden, ſo entſteht daraus:

$$g . M . z = f . M . (x' + x),$$

g iſt die Schwerkraft auf ein Element des Körpers . g . M . iſt dieſelbe daher auf den ganzen Körper oder das Gewicht deſſelben, welches wir mit P bezeichnen wollen. Ebenſo iſt f die verzögernde Wirkung der Reibung auf ein Element des bewegten Körpers und f . M . dieſe Wirkung auf den ganzen Körper, oder die Reibung deſſelben. Wenn man dieſe Reibung F nennt, und dieſe beiden Subſtitutionen vollzieht, ſo erhält man:

$$P z = F (x \times x') .$$

Nehmen wir nun an, daß der Körper vom Anfange an frei auf einer geneigten Ebene herabgelaufen, und nur bis zum Punkte m, aber nicht weiter fortbewegt ſey, ſo muß dieſer Punkt nothwendig die oben geſtellte Bedingung erfüllen, ohne welche der Körper nicht hätte ſtehen bleiben können. Wenn man daher die Größen z, x, x' beſtimmt, und das Gewicht P kennt, ſo enthält die Gleichung nur noch die unbekannte Größe F, deren Werth eben daraus hervorgeht,

$$F = P . \frac{z}{x \times x'} \text{ *)}$$

*) Nennt man den generellen Reibungs-Coefficienten des Wagens f und die Höhe des Schienenweges von dem Anfangspunkte der Bewegung bis zu dem, wo der Wagen ſtehen bleibt h, die Länge deſſelben (nach der Krümmung gemeſſen) l, ſo iſt $f = \frac{h}{l}$

Wenn man nun nach dieſer Beſtimmung eine geneigte Ebene ſo einrichtete, daß ſie bei gleichförmiger Neigung die Höhe z und die Länge x + x′ hätte, ſo würde ſich der Körper darauf im Gleichgewicht befinden. Sein Beſtreben, ſich auf der Ebene herabzubewegen, würde genau der Reibung gleich ſein, welche ihn zu halten ſich beſtrebt. Das Verhältniß z; x + x′ giebt daher den Sinus des Winkels an, den wir den Reibungswinkel genannt haben, eine Benennung, die eben hierin begründet iſt.

Verſuche über die Reibung der Wagen.

Nach dieſem Grundſatze wurden die Verſuche auf einer der geneigten Ebenen der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn ausgeführt.

Von einem Punkte der geneigten Ebene von Sutton, welcher 50 Ketten oder 3300 Fuß von dem untern Ende derſelben entfernt iſt, wurden 34 Stationen, eine jede von 5 Ketten oder 330 Fuß Länge abgemeſſen, mit Nummerſteinen bezeichnet und genau nivellirt. Die Reſultate des Nivellements ſind folgende:

Nummer der Station.	Länge vom Anfangspunkt. Fuß.	Senkrechte Höhe unter dem Anfangspunkt. Fuß.	
0	0	0,	
1	330	3,47	
2	660	7,07	
3	990	10,62	
4	1320	14,36	
5	1650	18,17	
6	1980	21,77	
7	2310	25,53	
8	2640	28,98	
9	2970	32,07	
10	3300	34,61	— Fuß der geneigten Ebene, oder Mitte des Wegens,
11	3630	35,06	
12	3960	35,19	

Nummer der Station.	Länge vom Anfangspunkte:	Senkrechte Höhe unter dem Anfangspunkte.	
	Fuß.	Fuß.	
13	4290	35,23	der sie mit der
14	4620	35,37	untern Fortsetz. d. Bahn verbindet.
15	4950	35,71	
16	5280	36,17	
17	5610	36,44	
18 —	5940 —	36,66	
19	6270	36,80	
20	6600	36,92	
21	6930	37,06	
22	7260	37,14	
23	7590	37,22	
24	7920	37,37	
25	8250	37,34	
26	8580	37,63	
27	8910	37,92	
28	9240	38,14	
29	9570	38:35	
30 —	9900 —	38,54	
31	10,230	38,67	
32	10,560	38,77	
33	10,890	38,92	
34	11,220	39,08	

Etwas unterhalb des Fußes der geneigten Ebene müssen die Wagen über 3 Ausweichungen im Schienenwege fortgehen, von denen jede mit drei Stellzungen versehen ist. Dieß giebt also 9 Punkte, theils auf einer, theils auf der andern Seite, wo die Wagen gegen Unebenheiten gegenstoßen und in ihrer Bewegung aufgehalten werden. Die Stelle war daher nicht ganz günstig für die Versuche und die gefundenen Reibungen erscheinen deßhalb etwas größer als sie auf grader Bahn wirklich sind.

Die zu den Versuchen angewendeten Wagen, bestehen aus einer einfachen Bühne, welche von 4 Federn getragen

wird. Die Räder haben einen Durchmesser von 3 Fuß engl. Maaß 0^m, 915 = 34, 96 . . . Zoll Preuß.) sind auf den Achsen fest und drehen sich mit denselben. Das Wagengestelle ruht auf den Achsen, aber außerhalb der Räder. Die außerhalb des Rades liegende Achsenspindel hat $1^3/_4$ Zoll englische (0^m, 045 = 1, 7 Zoll Preuß.) Durchmesser. Die Lagen sind mit Messingpfannen versehen, für die Schmiere ist eine kleine gußeiserne Büchse unter der Achse vorhanden, welche aber fortdauernd dieselbe in Oel erhält.

Bei den Versuchen wurde durchaus keine Veränderung mit den Wagen vorgenommen, sie blieben in demselben Zustande, indem sie sich für die gewöhnliche Arbeit befanden, ebenso die Schienen.

Unter dem Wagen befinden sich einige, wo die Achsenspindeln verschiedene Durchmesser haben, dieselben sind nach der Mitte hin verstärkt, in der Mitte der Spindel etwas schwächer, und an ihren Enden wieder am schwächsten. Die Spindeln bestehen aus 3 Theilen von gleicher Länge, welche folgende Durchmesser haben:

nach innen $2^1/_8$ Zoll engl. = 0^m, 054
in der Mitte $1^3/_4$ „ „ = 0^m, 0445
nach außen $1^3/_8$ „ „ = 0^m, 035

Durch diese Einrichtung soll die Achse an dem Theile verstärkt werden, wo es nöthig ist; dieselbe ist aber erst an wenigen Wagen getroffen, und der Vortheil derselben noch nicht durch die Erfahrung bewiesen.

1. Am 29sten Juli 1834 wurden 5 Wagen, welche nach dem Zufalle dazu bestimmt worden waren, mit Ziegel beladen nach der Stelle der Versuche geschafft. Das Gewicht der belasteten Wagen betrug 30, 65 Tonnen, mit dem Gewicht von 10 Personen, die sich darauf befanden 31, 31 Tonnen, also das eines jeden einzelnen 6, 26 Tonnen.

Die Zug der Wagen wurde mitten in der Bahn so viel als möglich grade aufgestellt in einer Linie mit dem Anfange der bezeichneten Strecke, die Bremsen wurden gleichzeitig an den Wagen aufgehoben, und so wurden dieselben der Ein-

wirkung ihrer Schwere überlassen. Sie standen 33 Fuß jenseits des Nummersteines Nro. 30 stille, hatten daher einen Weg von 9933 Fuß, mit einem Fallen von 38, 55 Fuß zurückgelegt.

In den vorigen Gleichungen erhält man daher für diesen Fall $x + x' = 9933$ Fuß und $z = 38,55$ Fuß.

Der generelle Reibungscoefficient ist daher $^{38,55}/_{9933} = {}^{1}/_{258}$; die zum Fortziehen von 1 Tonne erforderliche Kraft daher 8, 69 Pfd. $(= {}^{2240}/_{258})$. In diese Reibung ist aber noch eingeschlossen der Widerstand der Luft und der aus dem oben bemerkten Zustande der Bahn sich ergebende Widerstand.

2. Es wurden nun von einem jeden Wagen 300 Ziegelsteine abgeladen, welche 2565 Pfund oder 1, 145 Tonnen wiegen, so daß das Gewicht der 5 Wagen, einschließlich derselben 10 Personen, 25, 58 Tonnen oder für jeden einzelnen Wagen 5, 12 Tonnen betrug.

Nachdem die Wagen wieder ebenso wie beim ersten Versuche aufgestellt und losgelassen worden waren, liefen sie bis 84 Fuß jenseits des Nummersteines Nro. 28, in dem sie eine Länge von 9324 Fuß mit 38,19 Fuß Gefälle zurückgelegt hatten. Der generelle Reibungscoefficient war ${}^{1}/_{244}$; die Kraft zum Fortziehen von 1 Tonne daher 9, 17 Pfund. Die Reibung einschließlich aller Widerstände war daher bei der geringern Belastung im Verhältniß größer.

Die Wagen wurden nun ein jeder einzeln versucht. Die Resultate sind folgende:

Versuche.	Nro. des Wagens.	Ganzes Gewicht.	Durchlaufener Weg.	Fallen des Weges.	Genereller Reibungs-Coefficient.	Kraft zum Fortziehen einer Tonne.
		Tonnen.	Fuß	Fuß		Pfund.
III	294	4,65	7326	37,16	${}^{1}/_{197}$	11,36
IV	100	5,15	6663	36,95	${}^{1}/_{180}$	12,42
V	196	5,20	7455	37,19	${}^{1}/_{200}$	11,17
VI	202	1,85	6204	36,78	${}^{1}/_{169}$	13,28
	leer					

An dem Wagen Nro. 100 fand ſich bei ſeinem Stillſtande eins der Achſenlager ſehr erhizt, was wahrſcheinlich deſſen früheres Stillſtehen veranlaßte. Der leere Wagen hat nur eine geringe Höhe, er hat nur eine grade Bühne, mit einem dünnen Gitter umgeben.

Nach dieſen Verſuchen bietet jeder Wagen einzeln einen Widerſtand von 11, 3 Pfund per Tonne dar, während dieſelben in einem Zuge vereint, nur 9, 17 Pfd. per Tonne geben. Dieſer Unterſchied hängt offenbar mit dem Widerſtande zuſammen, welchen die Luft nur dem erſten Wagen des ganzen Zuges entgegenſtellt. Wenn daher der ganze Zug nur aus einem Wagen beſteht, ſo muß dieſer den ganzen Widerſtand der Luft überwinden, wenn aber mehrere Wagen hintereinander folgen, ſo vertheilt ſich dieſer Widerſtand auf die geſammte Anzahl der Wagen und wird daher auf einen jeden einzelnen derſelben weniger bemerkbar.

Daſſelbe Reſultat ergiebt ſich aus einer Vergleichung des 1ſten und 2ten Verſuches. Ein ſchwerer Wagenzug bietet einen verhältnißmäßig geringern Widerſtand dar, als ein leichter, weil die Hemmung, welche die Luft ſeiner Bewegung entgegenſtellt in beiden Fällen abſolut gleich bleibt, ſich aber im erſten Falle auf eine größere Anzahl von Tonnen, als in letzteren vertheilt.

Um die vorliegende Unterſuchung zu vervollſtändigen, ſchien es daher nothwendig, noch weitere Verſuche mit Wagenzügen von verſchiedenem Gewichte und unter abgeänderten Umſtänden anzuſtellen. Dieſe Verſuche wurden mit Wagen gemacht, welche mit Waaren aller Art wie ſie der gewöhnliche Verkehr auf der Eiſenbahn grade darbot, beladen waren.

Da dieſe Verſuche ganz auf dieſelbe Weiſe wie die vorhergehenden angeſtellt wurden, ſo laſſen ſich deren Reſultate am zweckmäßigſten vereint mit den bereits erwähnten in die folgende tabellariſche Ueberſicht zuſammenſtellen.

Nro. des Versuches.	Datum an dem der Versuch angestellet wurde.	Bezeichnung der Wagenzüge.	Gewicht des Wagenzuges.	Gewicht eines Wagens.	Durchlaufene Entfernung.	Fallen der Entfernung.	Zeitdauer der Bewegung.	Centreller Reibungs-Coefficient.	Reibungs-Widerstand auf 1 Tonne.	Bemerkungen.
			Tonnen.	Ton.	Fuß.	Fuß.	M. S.		Pfund.	
	1834									
VI.	29. Juli	1 leerer Wagen	—	1,85	6204	36,78	—	1/169 = 0,00593	13,28	Der Wagen hat eine einfache Bühne mit einem Gitter.
VIII.	30. „	1 Beiwagen der Locomotivmaschine	—	4,5	5967	36,66	—	1/165 0,00614	13,76	Dieß Beiw. biet. d. Luft eine große Widerstandsfläche dar.
III.	29. „	1 beladener Wagen	—	4,65	7326	37,16	—	1/197 0,00507	11,36	
IV.	—	1 beladener Wagen	—	5,15	6663	36,95	—	1/180 0,0051	12,42	Eine Pfanne war sehr heiß geworden.
V.	—	1 beladener Wagen	—	5,2	7455	37,19	—	1/200 0,00499	11,17	
IX.	31. Juli	1 Beiwagen der Locomotivmaschine	—	5,5	7266	32,88	—	1/221 0,00452	10,13	
II.	29. „	5 beladene Wagen	25,58	5,12	9324	38,19	10′ 20″	1/244 0,00409	9,17	
I.	—	5 beladene Wagen	31,31	6,26	9933	38,55	10′	1/258 0,00388	8,69	
XI.	1. August	10 beladene Wagen und 1 Beiwagen der Locomotivmaschine	48,72	4,43	10008	38,58	11′ 45″	1/259 0,00386	8,64	
X.	31. Juli	14 beladene Wagen	61,65	4,4	9579	35,32	—	1/271 0,00369	8,26	
VII.	30. „	19 „ „	92	4,84	10728	38,85	11′	1/276 0,00362	8,11	
XII.	1. August	24 „ „ und 1 Beiwagen	110	4,4	10668	38,82	—	1/275 0,00364	8,15	
XV.	15. „	7 Wagen, 1 Beiwagen und eine Locomotivmaschine an der Spitze	40,59	4,00	3175	37,35	8, 30″	1/219 0,00457	10,23	
XIII.	2. „	17 Wagen, 1 Beiwagen und Locomotivmaschine	94,96	4,78	11262	39,10	—	1/288 0,00347	7,78	Einschließlich des Reibungswiderstandes der Locomotivmaschine
XIV.	—	20 Wagen, 1 Beiwagen und 1 Locomotivmaschine . .	110,14	4,83	10911	38,75	12′ 10″	1/282 0,00355	7,96	

Das Wetter war während dieſer Verſuche ruhig und ſchön. Es wurde bei denſelben keine beſondere Sorgfalt auf Schienen und Wagen verwendet, noch überhaupt etwas an deren gewöhnlichen Zuſtand geändert.

Reibung der mittleren Wagen in einem Zuge.

Der Einfluß, welchen der Widerſtand der Luft ausübt, iſt bereits bemerkt worden. Wenn 5 Wagen zu einem Zuge verbunden ſich bewegen, ſo iſt ihr Reibungswiderſtand, 9, 17 Pfd. auf 1 Tonne ihres Gewichtes, und wenn dieſelben 5 Wagen einzeln ſich bewegen, ſo iſt ihr mittlerer Widerſtand 11, 65 Pfd. auf 1 Tonne. Die anderen Verſuche liefern ähnliche Reſultate. Wenn man die aus vielen Wagen zuſammengeſetzten Züge mit denen vergleicht, welche nur wenige Wagen enthalten, ſo bieten die erſteren immer geringere Reibungswiderſtände, als die letzteren dar, indem ſie die Luft mit derſelben Fläche durchſchneiden.

Der direkte Widerſtand der Luft wird nur gegen den erſten Wagen ausgeübt. Die in der Ueberſicht vorangeſtellten 6 Verſuche mit einem einzelnen Wagen ergeben den Widerſtand eines an der Spitze eines Zuges laufenden Wagens. Wenn dieſer bei den anderen Erfahrungen in Abzug gebracht wird, ſo erhält man den Widerſtand der mittleren Wagen eines Zuges, d. h. den Reibungswiderſtand unabhängig von demjenigen der Luft.

Das Mittel der Verſuche II., III., IV., V., VI., giebt den Reibungswiderſtand eines beladenen Wagens an der Spitze eines Zuges zu 11, 77 Pfd. auf eine Tonne, In dem Verſuche Nro. VII. iſt das Gewicht des ganzen Zuges, 25,28 Tonnen. Der Widerſtand auf 1 Tonne 9, 17 Pfd., daher der geſammte Widerſtand des Zuges 234,5 Pfd.

Wird hiervon der Widerſtand des erſten Wagens $= 5, 12 \times 11, 77 = 60{,}25$ in Abzug gebracht, ſo erhält man

für den Reibungswiderstand der 4 nachfolgenden Wagen 174,25 Pfund, und daher für 1 Tonne Gewicht derselben 8,5 Pfund.

Uebersicht der Resultate der vorhergehenden Versuche über den Reibungswiderstand der mittleren Wagen eines Zuges.

Wenn man eine ähnliche Berechnung für die übrigen Versuche anstellt, wie die so eben vorhergegangene und noch die Resultate derjenigen Versuche hinzufügt, wo die Locomotivmaschinen mit den Wagenzügen vereint bleiben, so erhält man daraus nachstehende Tafel.

Widerstand der mittleren Wagen der Züge, oder Widerstand der Wagen mit Ausschluß desjenigen, den die Luft auf den ersten ausübt.

Nro. des Versuchs.	Anzahl der Wagen.	Gewicht der Wagenzüge.	Mittleres Gewicht eines Wagens.	Widerstand des ersten Wagens im Zuge auf 1 Tonne.	Widerstand der mittleren Wagen in Zuge auf 1 Tonne.	Genereller Reibungs-Coefficient der mittleren Wagen.
		Tonnen.	Tonnen.	Pfd.	Pfd.	
II.	5	25,58	5,12	11,77	8,5	0,00380 $^1/_{263}$
I.	5	31,31	6,26	11,77	7,92	0,00354 $^1/_{282}$
XI.	11	48,72	4,43	11,77	8,33	0,00372 $^1/_{268}$
VII.	14	61,65	4,40	11,77	7,99	0,00357 $^1/_{280}$
XII.	19	92,00	4,84	11,77	7,91	0,00353 $^1/_{283}$
X.	25	110,00	4,40	11,77	7,99	0,00357 $^1/_{280}$
XV.	8	33,52	4,00	15,84	9,04	0,00404 $^1/_{247}$
XVI.	18	86,76	4,78	13,78	7,21	0,00322 $^1/_{310}$
XIV.	21	101,80	4,83	15,22	7,35	0,00328 $^1/_{305}$
Summe und Mittel	126 —	591	4,78		8,03	0,00359 $^1/_{279}$.

Der mittlere Reibungswiderstand ergiebt sich daher zu 8 Pfund auf 1 Tonne (von 2240 Pfd.) wenn man nur die mittleren Wagen eines Zuges betrachtet. In allen den Fällen

aber, welche bei der Bewegung der Wagen auf einer Eiſenbahn zu betrachten vorkommen, geht die Locomotivmaſchine immer dem Wagenzuge voraus. Auf dieſe fällt daher auch der direkte Widerſtand der Luft, und derſelbe wird bei der ſogenannten todten Reibung, oder dem todten Widerſtande der Locomotivmaſchine ſelbſt berückſichtigt, ſo daß hieraus folgt, daß ſämmtliche Wagen nur als mittlere Wagen eines Zuges betrachtet werden können. Ihr eigener Reibungswiderſtand kann daher auch nur mit 8 Pfd. pro Tonne ihres Gewichtes in Anſatz gebracht werden.

Das mittlere Gewicht eines Wagens iſt nach der vorhergehenden Tafel 4,78 Tonnen. Ein ſolcher Wagen an der Spitze eines Zuges geſtellt giebt einen Widerſtand von 11,77 Pfd. pro Tonne, oder überhaupt von 56 Pfd.; an einer mittleren Stelle im Zuge giebt er aber nur einen Widerſtand von 8,03 Pfd. per Tonne, oder überhaupt von 38 Pfd. Der Unterſchied beider Reſultate iſt dem Hinderniſſe zuzuſchreiben, welches die Luft ſeiner Bewegung entgegenſtellt. Die Luft bewirkt daher einen Widerſtand von 17 bis 18 Pfd. bei einem Wagen von geringer Höhe bei der mittleren Geſchwindigkeit, welche die Wagen bei den Verſuchen erlangten. Dieſe Geſchwindigkeit beträgt etwa 12 engliſche Meilen in der Stunde oder 16 Fuß in der Secunde, indem eine Entfernung von etwa 10000 Fuß in durchſchnittlich 10 Minuten zurückgelegt wurden.

Dieſe Erfahrung ſtimmt mit den direkten Verſuchen über die Kraft des Windes überein. Man weiß, daß der Wind bei einer Geſchwindigkeit von 20 Fuß in der Secunde auf einer Fläche von 1 Fuß einen Druck von etwas weniger als 1 Pfd, etwa 0,915 Pfd ausübt. Alſo anders ausgedrückt, eine Fläche von 1 □ Fuß, welche die Luft mit einer Geſchwindigkeit von 20 Fuß in der Secunde durchſchneidet, erleidet einen Widerſtand von 0,915 Pfund [1]). Daher muß

---

[1]) Die Verſuche von Borda ergeben, im Pariſer Maaß, die Kraft des Windes bei 20 Fuß Geſchwindigkeit zu 1 Pfd. auf 1 □ Fuß.

ein beladener Wagen, welcher der Luft eine Fläche von ohngefähr 22, 5 □ Fuß entgegenstellt, einen Widerstand von ohngefähr 20 Pfd. erleiden.

Wenn man bei den Versuchen den direkten Widerstand der Luft gegen den ersten Wagen im Zuge einmal in Abzug gebracht hat, so erscheint der Widerstand, den die übrigen Wagen des Zuges erleiden, unabhängig von deren Anzahl. Die Unterschiede welche sich bei den Versuchen alsdann noch herausstellen, scheinen nur in zufälligen Umständen ihren Grund zu haben, wie in dem Zustande der Schienen, oder des Windes, in der Beschaffenheit der Schmiere der Räder, welche immer einen geringen Einfluß auf die Resultate behaupten.

Versuche über die Reibung der Wagen ohne Federn.

Da die vorhergehenden Versuche mit Wagen angestellt worden waren, welche mit Federn versehen und überhaupt nach einem vervollkommneten Principe gebauet sind, so schien es glaublich, daß die gewöhnlichen Wagen, ohne Federn, der Bewegung einen größeren Widerstand entgegenstellen würden.

Um diesen Umstand genauer zu ermitteln, wurden einige Versuche auf der Eisenbahn von Darlington-Stokton genau nach derselben Methode, wie die vorhergehenden, angestellt.

Die dazu gebrauchten Wagen sind diejenigen, welche auf dieser Eisenbahn gewöhnlich angewendet werden [1]). Die Räder derselben haben 3 Fuß Durchmesser wie auf der Liverpool-Eisenbahn. Ihr Gewicht ist leer 1, 3 Tonnen und mit der Last 4 Tonnen. Sie haben keine Federn. Die Achsenspindel hat 3 Zoll Durchmesser, wo die Lagerpfanne auf derselben aufliegt. Die Achsenspindel an den Wagen der Liverpool-Bahn hat nur $1^1/_2$ Zoll Durchmesser. Dieser Un-

[1]) Sie sind in den Fig. 109 a bis e Taf. x abgebildet.

terschied rührt daher, daß bei diesen letzteren Wagen der Ruhepunkt des Wagens auf den Achsen außerhalb der Räder liegt, und daher ohne Schaden in seinem Durchmesser so weit verschwächt werden kann, während die Achse selbst in der Mitte, und da wo die Räder auf derselben befestigt sind, die erforderliche Stärke behält. Bei den Wagen auf der Darlington Bahn hingegen, liegen die Ruhepunkte des Wagens auf der Achse innerhalb der Räder, daher nicht an dem Ende der Achse, sondern mehr nach ihrer Mitte und dieser Theil darf nicht unter 3 Zoll Stärke erhalten, weil er außer der Last des Wagens auch noch die Räder in einer festen und unveränderten Stellung zu erhalten hat und den Seitenpressungen und den Einwirkungen der Drehung, welche beständig während der Bewegung auf die Räder fallen, widerstehen muß.

Die Versuche mit diesem Wagen ergaben nachstehende Resultate:

Nro. der Versuche.	Anzahl der Wagen des Zuges.	Durchlaufener Weg bevor die Wagen zum Stillstand kamen.	Höhedifferenz des Anfangpunkts und desjenigen, wo die Wagen still standen.	Generellen Reibungs-Coefficient.	Widerstand auf 1 Tonne (2240 Pfd.) d. Gewichts der Wagen.
		Fuß.	Fuß.		Pfund.
I.	12	9562	34,56	$\frac{1}{276}$ 0,00362	8,11
II.	4	9600	34,60	$\frac{1}{277}$ 0,0036	8,07
III.	16	10500	35,04	$\frac{1}{300}$ 0,0034	7,48
IV.	8	9894	34,82	$\frac{1}{284}$ 0,00352	7,88
			Mittel	0,00352	7,88

Während dieser Versuche wehete ein ziemlich starker Wind in der Richtung und übereinstimmend mit ihrer Bewegung, was um so mehr zu bemerken ist, als bisweilen Wagenzüge lediglich auf den Eisenbahnen durch die Einwirkung des Windes auf beträchtliche Strecken fortgeführt werden. Alle Wagen befanden sich in einem guten Zustande und namentlich waren die bei den Versuchen III. und IV. angewendeten die besten auf dem ganzen Wege.

Dieſe Verſuche hatten gegen die Erwartung beſſere Reſultate geliefert, als bei den mit Federn verſehenen Wagen; es ſchien daher nothwendig den Einfluß der Federn an dieſen Wagen auf den Widerſtand in ihrer Bewegung durch einen direkten Verſuch zu beſtimmen.

Zu dieſem Endzwecke wurde die Bühne an einem Wagen, welche auf Federn ruhte, durch Keile in die Höhe geſpannt, ſo daß die Federn außer Wirkſamkeit geſetzt wurden. Der Wagen wurde mit Blockblei beladen, an Gewicht etwa 2 Tonnen, und ergab ſo bei dem Verſuche einen Widerſtand von 8,58 Pfd. auf 1 Tonne. Darauf wurden die Keile entfernt, ſo daß die Bühne mit der Laſt auf den Federn ruhete, und zeigte der Wagen nunmehr einen Widerſtand von 8,35 Pfd. auf 1 Tonne ſeines Gewichts.

Dieſer Verſuch zeigte eine geringe Verminderung des Widerſtandes bei der Anwendung der Federn; dieſer Vortheil kann jedoch leicht durch andere Umſtände überwogen werden, die ſonſt nicht ſehr auffallen, wie die Politur und die Schmiere der Lagerpfannen, die Höhe der Belaſtung, und im Allgemeinen muß man unter beiden Verhältniſſen den Widerſtand der Reibung zu 8 Pfd. pro 1 Tonne, oder den generellen Reibungscoefficienten zu $^1/_{280} = 0{,}00357$ annehmen.

Einwirkung des Fuhrwerks auf die Eiſenbahn [1])

Die Fuhrwerke zerſtören allmählig eine Eiſenbahn, ſo wie ſie auch eine Chauſſée zerſtören; allein die Eiſenbahn verhält ſich dabei anders, weniger leidend als die Chauſſée, ſie wirkt bei ihrem Widerſtande zurück. Die Laſtwagen ſtoßen die Schienen an ihren Fugen, treiben ſie von einander, biegen ſie und zerbrechen ſie ſogar zuweilen; ſie erſchüttern die Tragſteine, ſtoßen und treiben ſie in den Boden. Fährt

[1]) Nach Minard's Vorleſungen. S. 174.

man auf einer Eisenbahn, so fühlt und hört man bei jeder Schienenfuge einen kleinen Stoß und wenn die Schienen auch noch so genau gelegt sind. Der kleine Zwischenraum zwischen den Schienen macht schon, daß sich das Rad nicht stetig fortbewegt, sondern beim Uebergang von einer Schiene zur andern einen kleinen Stoß bekommt. Liegen die benachbarten Schienen nicht gleich hoch, so ist der Stoß stärker und fühlbarer, wenn sich das Rad auf die vorspringende Schiene hinaufhebt, als wenn es von dem Vorsprung herunter rollt. Im ersten Falle findet der Stoß statt, ehe der Mittelpunkt des Rades in die Vertikallinie durch die Fuge gelangt ist, und die Schiene wird vorwärts getrieben, ehe das Rad hinauf steigt. Im zweiten Falle findet der Stoß statt, nachdem der Mittelpunkt des Rades über die Fugen hingegangen ist; und die Schiene, welche das Rad verlassen hat, wird in dem Augenblick, wo das Rad herabsteigt, schwach rückwärts getrieben. Die Schienen, welche vor den andern hervortreten, werden also immer nach einer und derselben Richtung gestoßen, die Wagen mögen hin oder zurück fahren; und da nun ohngefähr gleich viel Schienen nach dieser und nach jener Richtung vorspringen mögen; so können sich die Wirkungen in der Summe aufheben. Ist aber das Gefälle stark, und der Verkehr bergab stärker, als bergauf, so werden die vorspringenden Schienen von den hinabfahrenden Wagen mit mehr Geschwindigkeit und Kraft gestoßen, als von den hinaufgehenden; die Schienen werden also immerfort bergab gedrängt. Auf der Lyoner Straße sind alle Schienen von St. Etienne (bergab nach Rive-de-Gier, und selbst von da nach Givors zu getrieben worden. Sie sind in den Schienenstühlen geglitten, und manche sind im Begriff, aus demselben herauszuspringen. Hierzu hat indessen mitgewirkt, daß hier die Räder selbst die Schienen mit fortzuziehen streben; denn diese ganze Straße ist in Einem fort krumm; jedes Paar Räder muß also, um sich mit gleicher Geschwindigkeit bewegen zu können, gleiten, muß sich in den Schienen reiben und sie also mehr bergab als berg-

auf ziehen. Diese Reibung an der Seite ist, wegen der großen Geschwindigkeit und der Schwungkraft beträchtlicher beim Hinabfahren der Wagen.

Diese Verschiebung der Schienen, welche zeigt, mit welcher Kraft die Schienenstühle und Steine gestoßen werden, ist schwer zu verhindern. Indessen scheint sie nicht Statt zu finden, wenn die Schienen in den Schienenstühlen durch quer durchgehende Bolzen, oder durch eiserne Keile, festgehalten werden. Auf der Lyoner Straße hat man dem Uebelstande dadurch abzuhelfen gesucht, daß man dem Boden derjenigen Schienenstühle, welche unter den Stößen der Schienen liegen, einen Vorsprung giebt, gegen welchen das zu diesem Zweck ausgekerbte Ende der Schiene sich stemmt. Es wird auf diese Weise eine Schiene nur durch die Stabilität eines Steins gehalten, und die Erfahrung muß erst lehren, ob der Widerstand hinreichend sein wird.

Die Räder der Wagen drängen ferner die Schienen aus einander, wenn sie sich stärker an die eine als an die andere Reihe derselben legen; und auch die Ränder der Räder treiben die Schienen nach außen, wodurch sie von einander entfernt werden. Diese Pressung nach der Seite zeigt sich sichtbar nach der Abnutzung der Räder, die insbesondere in der Ecke zwischen der Felge und ihrem Rande Statt findet.

Die Lastwagen werden durch mehrere Wirkungen auf die Seite getrieben, nämlich:

1) Durch die Schwungkraft in den Krümungen;

2. Durch den Wind, wenn er nicht parallel mit den Schienen weht;

3) durch das Wanken der Wagen, wenn die beiden Schienenreihen unter einer und derselben Wagenaxe nicht gleich hoch liegen;

4) Durch eine etwanige Excentricität der Räder;

5) durch Aenderungen in der Richtung der Straße;

6) durch Wirkung eines Wagens auf den andern, wenn sie anhalten, sich in Bewegung setzen, oder plötzlich ihre Geschwindigkeit ändern; denn da die Richtung des Zu-

ges nicht immer genau durch den Schwerpunkt des Wagens geht, wie ſie auch angehängt ſein mögen, ſo drehen ſich die Wagen und treiben beide Schienenreihen nach auswärts.

Daß die Schienen von der Laſt gebogen und die Steine in die Erde getrieben werden, gehört zu den ſchlimmſten und häufigſten Beſchädigungen einer Eiſenbahn, beſonders ſeitdem man angefangen hat mit Dampfwagen und mit außerordentlicher Geſchwindigkeit zu fahren. Es verhält ſich mit dieſer Wirkung folgendermaaßen: Man nehme eine horizontale Eiſenbahn an, nach dem Syſteme der Liverpooler gebaut, mit $14^1/_2$ Fuß langen Schienen, die alle 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll unterſtützt und über jedem Stein in den Schienenſtuhl eingeklemmt ſind. Man nehme ferner an, daß das Terrain gleichförmig aber nicht ſtark genug widerſtehe, ſo läßt ſich zunächſt erachten, daß die unter den Stößen der Fugen liegenden Steine, ſtärker als die andern in die Erde getrieben werden, indem die Stellen der Schienen an den Fugen die ſchwächern ſind. Giebt nun der Stein unter dem Stoße nach, ſo wird ſich die auf ihn ſtützende Schiene biegen, ſobald ein Wagen darüber hinfährt und folglich über dem nächſten Stein convex werden. Giebt dagegen der Boden unter den mittlern Steinen nach, ſo wird die Schiene dort durch das Gewicht des Wagens gebogen, darauf aber durch die Elaſticität des Eiſens wieder in ihre urſprüngliche Geſtalt zurück verſetzt.

Bei dem Uebergange eines Wagens wird ſich alſo der Stein ſenken und heben; der durch ihn gleichſam gerammte Boden wird, wie der Stein ſelbſt, immer weiter nachgeben. Noch größer wird das Uebel ſeyn, wenn der Boden naß iſt, oder auf ſeiner Oberfläche Waſſer ſteht. Das Waſſer wird ſchneller in die Höhlung unter den Stein bringen, der Boden dort erweichen und nun wird der Stein noch um ſo mehr nachgeben. Dieſes läßt ſich deutlich erkennen, wenn man die Bewegung der Wagen, und der Steine nach einem ſtarken Regen beobachtet. Die Mitte der Schienen alſo, die ſtärker widerſtehen zu müſſen ſcheint, als die Enden, kann,

weil ſie ſich leichter wieder hebt, ſogar mehr nachgeben als die Enden. Eine ſich in dieſem Falle befindende Schiene, wird alſo in dem Augenblicke, wo ſich der Wagen in ihrer Mitte befindet, ſehr concav ſein. Dadurch öffnet ſich dann die Fuge des Stoſſes oberhalb, die Ecken der Enden heben ſich und bilden einen Vorſprung, gegen welchen ſich die Räder des nämlichen Wagens, oder die des folgenden ſtoßen. Es erklärt ſich hieraus, wie die Fuhrwerke ſtark geſtoßen werden können, obgleich die Bahn vor dem Uebergange der Wagen ganz eben zu ſein ſchien; beſonders dann, wenn der Boden der Schienenſtühle unter den Stößen nicht convex gemacht iſt, welches bei der Eiſenbahn von Leeds nach Selby, oder bei der von Nürnberg nach Fürth angeordnete, Mittel das beſchriebene Uebel noch am beſten zu heben ſcheint. Man bemerke noch, daß, da die bleibende Krümmung, welche eine Schiene aus der beſchriebenen Urſach annimmt, nicht alle Elaſticität des Eiſens vernichtet, das Rammen der Steine dennoch Statt findet. Die Schiene krümmt ſich immer ſtärker und die Straße leidet immer mehr.

Daß die Schienen ſich biegen und die Steine oder hölzernen Querunterlagen ſich eindrücken, iſt Thatſache. Die Schienen biegen ſich nicht allein zwiſchen ihren Endpunkten, ſondern ſelbſt zwiſchen zwei benachbarten Stützpunkten. Auf der ſteinernen Brücke zu Mancheſter ſah Hr. Minard die Schienen unter der Laſt eines Dampfwagens, der mit ſeinem Munitionswagen an der Spitze eines Wagenzugs ankam, ſich ſehr merklich biegen. Der Dampfwagen bewegte ſich nicht ſchneller, als ein Menſch im Schritt. In dem Augenblick, wo eins der Räder über den Stoß der Schienen ging, ſahe man die Schiene, welche es verließ, ſich heben und ſo wie das Rad die Fuge paſſirt war, gab die Schiene, auf welche es zu drücken anfing, nach, die Fuge der Schienen blieb immer in der nämlichen Höhe. Dieſe Bewegungen, die bei einigen Schienen ſehr merklich, bei andern unmerklich waren, und welche beim Uebergange des Hülfswagen nicht Statt fanden, ließen ſich hier, wo die ganze Straße gepflaſtert iſt,

deutlich wahrnehmen. Eben ſo ſah Hr. Minard bei Darlington, Lyon und Roanne die Schienen ſich unter dem Gewicht der Dampfwagen biegen, ja ſelbſt unter dem Gewicht der Munitions- und der Laſtwagen. Bei Epinac biegen ſich die Schienen unter den leztern. Die von den Herren Wood, Egen ꝛc. in einem frühern Kapitel dieſes Werks mitgetheilten Beobachtungs-Reſultate ergeben zwar für gleich ſtarke Belaſtungen nur Biegungen, die dem Auge nicht bemerkbar ſind; aber die Wirkung einer bewegten Maſſe iſt auch einer ruhenden Laſt gar nicht zu vergleichen; die erſtern nehmen mit der Geſchwindigkeit ſehr zu.

Iſt der Widerſtand des Terrains gleichförmig, ſo läßt ſich annehmen, daß die Steine zwiſchen den Stößen unter beiden Schienenreihen ungefähr gleichviel ſtärker im Vergleich gegen die Steine unter den Stößen werden eingedrückt werden. Liegen alſo die Stöße der Schienen einander gegenüber, wie bei Lyon, ſo werden die Krümmungen mit einander correſpondiren; liegen aber die Stöße der einen Reihe der Mitte der Schienen der andern Reihe gegenüber, ſo werden die Höhlungen der einen Linie auf die Erhebungen der andern zu treffen. Dieſes erklärt es, wie bei der zweiten Anordnung, die Anfangs auf der Liverpooler Straße Statt fand, die Wagen eine ſchaukelnde Bewegung bekommen konnten, die an einigen Stellen ſehr ſtark war. Die Schwankungen betrugen zuweilen an $2^2/_3$ Zoll, und es waren ihrer gegen 100 in der Minute.

Man muß ſich alſo eine Eiſenbahn mit Stabeiſenſchienen nicht als gerade, ſondern als wellenförmig vorſtellen. Die Krümmungen ſind ſchwächer oder ſtärker, je nach dem Nachgeben der Steine und der Schienen, nach dem Angriffe auf die leztern und der Erhaltung der Straße. Man muß ſich vorſtellen, daß der Mittelpunkt der Trägheit eines Wagens eine Linie doppelter Krümmung durchläuft.

Die Biegung der Schienen und die Eindrückung der Steine, nimmt wegen der verticalen Krümmungen, mit der Geſchwindigkeit der Fuhrwerke zu. Man betrachte einen Wagen, der in einen von zwei gegeneinander laufenden Abhän-

gen gebildeten Winkel hinab fährt. In dem Augenblick, wo die Räder wieder zu steigen anfangen, wird der steigende Abhang nicht allein von der Last des Wagens getroffen, sondern auch von der, senkrecht auf den Abhang zerlegten, Wirkung der bewegten Masse, welche mit der Geschwindigkeit zunimmt. Zwar sind die Schienen nicht gerade in spitzen Winkeln gebogen, gleichwohl aber ist die Wirkung auf den steigenden Theil der Schienen der in solchem Falle ähnlich. Wo die Krümmung regelmäßig ist, findet ein von der Schwungkraft, die im Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt, herrührender Ueberschuß des Drucks statt. Durch die wellenförmigen Krümmungen und die Geschwindigkeiten, die zuweilen Statt finden, wird das Gewicht der bewegten Massen öfters verdoppelt werden. Nimmt man an, daß die Krümmung ein Kreisbogen von etwa 1 Linie tief, 2 Fuß 10 Zoll Sehne und 160 Fuß Halbmesser ist, so beträgt die Vermehrung des Drucks, die von der Schwungkraft herrührt, für eine Geschwindigkeit von 64 Fuß in der Secunde.

$$\frac{v^2}{g\,r} = \frac{64^2}{30 \cdot 80 \cdot 160} = 0{,}81 \text{ der rollenden Last.}$$

Es kann kommen, daß bei großer Geschwindigkeit die Räder der Fuhrwerke mit der Last gerade auf die Mitte der Schienen zwischen zwei Stützpunkte sich stürzen. Denn man nehme an, daß sich der nächste Stein nach demjenigen unter dem Stoße zweier Schienen eingedrückt habe und daß die gekrümmte Schiene in diesem Punkte um $1^1/_2$ Linien gewichen sey, oder daß das Ende der vorhergehenden Schiene über das der gekrümmten um 1 Linie vorstehe. Beträgt dann die Geschwindigkeit 42 bis 45 Fuß, so wird das Rad, nachdem es die überstehende Schiene verlassen hat, fortgeschleudert werden, ohne die folgende gekrümmte Schiene zu berühren, und erst $14^1/_2$ Zoll von dem Stoß entfernt, da nemlich, wo die von dem Rade beschriebene Parabel die zweite Schiene trifft, die nach einem Kreisbogen gekrümmt vorausgesetzt ist, wird das Rad auf die zweite Schiene fallen. Aehnliches wird erfolgen, wenn der Stein unter dem Stoße

der Schienen höher ſteht, als zwei nächſte Steine. Das Rad, wenn es ſehr geſchwind fortrollt, wird ſich, indem es den Stoß verläßt, heben, und erſt in einiger Entfernung von dem Stoße wird es auf die Schiene niederſtürzen.

Große Geſchwindigkeit eines Fuhrwerks zerſtört eine Eiſenbahn noch auf andere Weiſe. Die Schienen, die Schienenſtühle und Steine machen zuſammen ein Ganzes aus, deſſen Elaſticität ſich deutlich an den verticalen Stößen und Bebungen wahrnehmen läßt, die man in der Nähe der Bahn empfindet. Zum Theil liegt dieſe Elaſticität im Boden. Sehr ſtark iſt dieſe Bebung auf loſer Erde, auf Aufſchüttungen und auf hölzernen Unterlagen; ſie wird durch aufeinander folgende Wirkungen der Räder auf den Schienen hervorgebracht, die nachdem ſie eingebogen worden ſind, wieder emporſchnellen. Nun kann es aber, da die eingebogenen Theile der Schienen einer gewiſſen Zeit bedürfen, um wieder in ihre vorige Lage zu gelangen, kommen, daß der Stoß einer neuen Maſſe gerade dann erfolgt, wenn das Aufſchnellen der Schiene erſt beginnt, oder dann, wenn es am ſtärkſten iſt. Im erſten Falle wird das Rad in die Vertiefung hinabſtürzen und die Schiene noch um ſo ſtärker biegen, was dann unter jedem Wagen zunimmt; im zweiten Fall wird ein heftiger Zuſammenſtoß der Schienen und des Wagens erfolgen. Das Reſultat iſt ohngefähr ſo, als wenn man über einen Balken geht, der über einen breiten Graben liegt. Richtet man ſeine Schritte nach den Bewegungen des Balkens ein, ſo empfindet man nur geringe Stöße, aber der Balken biegt ſich immer mehr und mehr: richtet man ſich nicht nach den Schwankungen des Holzes, ſo empfindet man heftige Stöße. Wenn alſo auf elaſtiſchen Schienenbahnen die Räder einander ſchneller folgen, als ſich die Schienen wieder gerade zu richten vermögen, ſo werden die angedeuteten zerſtörenden Wirkungen Statt finden, und um ſo ſchneller ſich wiederholen, je größer die Geſchwindigkeit der Fuhrwerke iſt. Auf der Liverpooler Straße folgen ſich alle Räder eines Wagenzuges ohngefähr in Entfernungen von 5¾ Fuß, und da

nun die Geschwindigkeit der Fuhrwerke zuweilen 64 Fuß ist, so erfolgen gegen 11 Stöße in einer Secunde.

Hr. G. R. Crelle[1]) meynt, daß sich die mannichfachen und großen Uebel, die für eine Eisenbahn aus zu schwacher Fundamentirung derselben mit einzelnen Steinen entstehen, dadurch gehoben werden können, daß man ihr ein festes Fundament von Pfählen giebt. Ein runder Pfahl, von 8 Zoll Durchmesser und 5 Fuß lang, kann, in festem Boden, schon mehr als 600 Centner tragen und eine Last von 200 Cent.; wie die der schwersten Dampfwagen, von welcher jedoch nur der auf einem Rade ruhende, 4te oder 6te Theil in Betracht kommt, wirkt, wenn sie zwei Linien hoch herabfällt, noch nicht so stark, als ein Rammklotz von 2 Centner schwer; der 4 Fuß hoch herabfällt; folglich würde es kaum wahrscheinlich seyn, daß die Fuhrwerke, selbst mit der ungehenersten Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt, die Pfähle eindrücken könnten.

Dann aber würde die Bahn durchaus eben bleiben, und alle Uebelstände, wenn außerdem nur die Schienen so stark sind, daß sie sich zwischen zwei Unterstützungen nicht merklich biegen, würden wegfallen.

Die Unterstützung mit Pfählen könnte man auf verschiedene Weise anordnen. Einer der bedeutensten Uebelstände bei denselben würde seyn, daß das Holz bald verfault, während die Tragsteine fast immer bleiben. Um nun diesen Uebelstand zu vermindern, müßten die Köpfe der Pfähle etwa 3 Fuß tief unter der Oberfläche des Bodens liegen, damit wenigstens die Pfähle selbst länger gegen die Vergänglichkeit geschützt bleiben und weniger oft erneuert werden dürfen. Auf die Pfahlköpfe könnte man Hölzer, von gleicher Dicke, wie die Pfähle, und etwa $2^1/_2$ Fuß lang aufpfropfen; auf diese Hölzer Holme quer über die Bahn legen, und auf die Holme die gewöhnlichen eisernen Schienenstühle nageln. Die

---

[1]) Mineral Vorlesungen ꝛc. S. 180 ꝛc.

Aufsätze auf die Pfähle könnten an dieselben vermittelst drei oder vier eiserner Schienen, die von der Seite angenagelt und angekrammt werden müssen, befestigt werden. Anfangs würde man die Pfähle ganz durchgehen lassen können und die Aufpfropfung würde erst bei der nächsten Reparatur erfolgen. Zu mehrerer Sicherheit könnte man auch einzelne Pfähle ganz durchgehend erneuern. So würde das Ganze hinreichende Festigkeit erlangen, da es von den Schienen der Länge nach gehalten, nicht gut ausweichen kann. Die Querholme und Pfropfe würden freilich oft erneuert werden müssen, selbst wenn man eichenes Holz dazu nähme; aber dieses würde auch sehr leicht und schnell geschehen können, da die Pfähle unten bleiben. Eine andere, noch festere Art wäre, etwa $2^1/_2$ Fuß tief unter der Erde, Holme nach der Länge der Bahn auf die Pfähle zu legen, auf die Holme, quer über, Sattel und auf diese verstrebte, 2 Fuß hohe Schienenstühle von Gußeisen zu setzen.

Man hätte bei der Fundamentirung durch Pfähle zugleich noch den Vortheil, daß in der Tiefe feuchtes und nasses Terrain eher vortheilhaft als nachtheilig seyn würde, da in solchem Boden die Pfähle länger dauern. Und dann hätte man den großen Vortheil, daß die Stärke des Fundamentes durch die Dicke und Länge der Pfähle ohne Schwierigkeit ganz nach der Beschaffenheit des Bodens abgemessen und eingerichtet werden könnte, so daß sich der Eisenbahn ein überall gleich starkes Fundament geben ließe, was ihr so vorzüglich nothwendig ist. Diese Art der Fundamentirung würde auch, wenn das Holz nicht sehr theuer ist, eben nicht kostbarer seyn, als die mit Steinen; wenigstens dann nicht, wenn unter den Steinen, wegen des lockern Bodens, erst eine Chaussée gelegt werden muß, wie bei Selby. So würde z. B. im sandigen Boden, wie bei Berlin, eine Ruthe Eisenbahn, bis auf die Schienen selbst und die Schienenstühle, weil nothwendig erst ein Steinschlag unter den Tragsteinen gelegt werden müßte, etwa $16^2/_3$ Thlr. kosten. Vielmehr würden auch 4 Pfahljoche, alle 3 Fuß eins, nicht

mehr kosten, da wo die Pfähle nicht über 5 Fuß lang zu seyn brauchten. Auch die Erhaltung würde eben nicht viel theurer seyn, weil die Schienen mehr geschont werden würden. Wäre sie es aber auch, so würden die mehreren Ausgaben durch die bessere Fahrt auf der Bahn reichlich vergütigt werden.

Siebentes Kapitel.

Wirkung der Schwere auf Abhängen zur Bewegung der Fuhrwerke [1]).

Wir erwähnten schon früher, daß wenn die Neigung einer Eisenbahn mehr beträgt als 6 Zoll auf 100 Fuß (5 Millimeter auf 1 Meter), die Wagen vermöge ihrer eigenen Schwere auf einer solchen geneigten Fläche hinabrollen. So lange die Neigung nicht über 18 Zoll auf 100 Fuß (14 oder 15 Millmeter auf das Meter) beträgt, können die Wagen auf diese Weise in ganzen Transporten auf die geneigte Fläche gebracht werden, indem ihre Geschwindigkeit mittelst einer der beschriebenen Bremsvorrichtungen regulirt wird. Ist aber die Neigung bedeutender, so kann eine gefährliche Beschleunigung der Bewegung eintreten und sowohl die Bremsvorrichtungen als auch die Menge von Menschen, die angewendet werden müßten, um die Geschwindigkeit zu reguliren, würden bei großen Kosten dennoch nur eine geringe Bürgschaft für die Sicherheit des Transports gewähren. Man benutzt dieses Ebenmaß dadurch, daß man ein Gegengewicht heben läßt und ist so auf den Gedanken gekommen, die Kraft der hinabfahrenden Wagen zum Heraufziehen der andern anzuwenden. Solche Vorrichtungen sind besonders auf Eisenbahnen bei Steinkohlen und andern Bergwerken nicht selten, indem Gruben und

1) Nach Minard.

auch Steinbrüche, wie wir ſchon am Ende des fünften Kapitels ſahen, in der Regel weit höher als die Flüſſe oder Kanäle ꝛc. liegen, auf denen die Einſchiffung der Kohlen und Steine ſtatt findet, und weil die Wagen jedesmal leer zurückkehren. Die Engländer nennen ſolche Vorrichtungen self acting Planes, wörtlich ſelbſtwirkende Flächen, wir nennen ſie ſelbſtwirkende Rampen und bei Bergwerken iſt die Benennung Bremsberg gebräuchlich.

In dieſem Falle legt man entweder:

1) in die untere Hälfte des Abhanges eine Bahn, oder
2) zwei Bahnen in die Mitte, zum Ausweichen der Wagen, oder
3) zwei Bahnen oben, und eine gemeinſchaftliche Bahn in der Mitte, oder
4) auf kurze Strecken oben und unten, zwei Bahnen.

Die Bewegung wird durch ein großes Seil, oder zuzuweilen auch durch eine Kette mitgetheilt, die ein wenig länger als der Abhang iſt. An die Enden des Seils oder der Kette werden die hinab und die hinauffahrenden Wagen gehängt. Das Seil oder die Kette läuft auf Rollen, und wickelt ſich auf eine horizontale oder verticale Trommel oberhalb auf. Neuerdings läßt man es meiſtens über eine große Rolle von Gußeiſen, mit tiefen Rinnen, gehen, die beinahe horizontal, in einiger Entfernung von dem Gipfelpunkte, unter dem Boden liegt. Dieſe ein wenig in die entgegengeſetzte Lage des Abhanges geneigte Rolle, wird durch zwei hölzerne Lager getragen, bewegt ſich in einer ummauerten Höhlung unter dem Boden, die mit ſtarken Balken bedeckt iſt, über welche die Straßenſchienen hergehen (Fig. 144). Die Rolle hat 6 bis 15 Fuß, ihre Axe 3 bis 6 Zoll Durchmeſſer.

Befinden ſich die beladenen Wagen oben auf der Bahn, links, ſo ſind die leeren Wagen unten. Die beladenen Wagen ziehen alsdann das Seil hinab, und zwar auf der geraden Bahn. Die Radlenken verſchließen die Bahn links (Fig. 145.) Durch Menſchen, oder auch bloß dadurch, daß ſie auf die Speicher der Räder ſteigen, werden die belade-

nen Wagen erſt in Bewegung gebracht, worauf dann die Schwere ſie weiter treibt. Die hinauf- und die hinabfahrenden Wagen langen gleichzeitig bei der doppelten Bahn in der Mitte an. Die beladenen Wagen gehen auf der Bahn links weiter; aber die leeren Wagen werden durch die Radlenken A B in die Bahn rechts getrieben, in welcher ſie bleiben, bis ſie oben anlangen. Nachdem die beladenen Wagen den leeren begegnet ſind, gehen ſie in der einzelnen Bahn unterhalb weiter; im Vorbeifahren drängen ſie die Radlenken bei A C ſo, daß ſie die Bahn rechts verſchließen und langen nun unten an. In dem Augenblick, wo die Wagen oben und unten anlangen, wird das Seil ſchnell losgehackt, und die Wagen ſetzen ihren Lauf, mit der Geſchwindigkeit die ſie erlangt haben, noch weiter fort. Durch Erfahrung findet man, wann das Loshacken geſchehen muß, damit die Wagen da ſtehen bleiben, wo man es verlangt. Da nun jetzt das Seil auf der Bahn links ſich befindet, ſo müſſen die beladenen Wagen, oben auf der Plateform, nach der Bahn rechts gebracht werden, und die leeren Wagen ſteigen nun nach der Bahn links aufwärts; dieß iſt nöthig, weil die Radlenker die Bahn rechts verſchließen. So alſo fahren die Wagen hinauf und herab, abwechſelnd auf dieſer und auf jener Bahn.

Wenn der Abhang oder das Uebergewicht ſo ſtark iſt, daß die Bewegung der Wagen zu ſehr beſchleunigt werden würde, was beſonders nach dem Endpunkte ihres Laufes hin der Fall iſt; ſo mäßigt man die Geſchwindigkeit, wie ſchon bemerkt, mittelſt einer Bremſe, welche auf die Seilſcheibe wirkt. Iſt ſo fern aber das Uebergewicht ſo groß iſt, daß auch dann noch die Bewegung fortdauert, wenn die Scheibe aufhört, ſich zu drehen, alſo das Seil in der Kehle derſelben gleitet, ſo bremmſt noch ein Arbeiter den hinterſten Wagen. Auch kann man die Rampe verlängern und unterhalb eine Gegenrampe anordnen. Das Gefälle der Rampe muß übrigens nicht gleichförmig, ſondern oben ſtärker ſeyn, als unten, um die bewegende Kraft auszugleichen, die das

Gewicht des Seils, in dem Maaße, wie es sich weiter abwickelt, verstärkt. Auch kann man die Reibung noch dadurch verstärken, daß man das Seil mehr als ein halbmal die Rolle umgeben läßt: vermittelst einer oder zwei kleiner Rollen, welche die Richtung des Seils ändern, und an sich selbst die Reibung schon vermehren, (Fig. 145). Aber diese Anordnung hat den Uebelstand, daß die Bewegung am Anfange derselben erschwert wird.

Nachdem die Wagen unten angelangt sind, werden sie von der Schwere nicht mehr getrieben; ihre Geschwindigkeit wird also nicht weiter beschleunigt, sondern im Gegentheil verzögert durch das Seil, welches die Wagen mit sich fortziehen müssen. Die Geschwindigkeit der auf dem Wipfelpunkt angelangten leeren Wagen wird dagegen von der Schwere nicht mehr vermindert, und kann nur durch die Reibung der Räder vernichtet werden. Sie bewegen sich also schneller, als das Seil von ihnen und von den unten befindlichen, verzögerten Wagen fortgezogen wird. Eben so würde es sich verhalten, wenn man die Bewegung der herabfahrenden Wagen durch Bremsen mäßigte. Das Seil muß sich also, unter den darüber hingehenden Wagen, schnell biegen und aufwickeln. Um Beschädigungen, die dabei vorkommen können, zu verhindern, befestigt man an den Enden des sehr dicken und steifen Seils Ketten von 32 bis 36 Fuß lang; auch hat man mehrere Mittel das Seil schnell loszuhacken, von denen mehrere in den Fig. 146 und 147 abgebildet sind.

Die selbstwirkenden Rampen oder Bremsberge 50 320 und mehrere Ruthen lang und ihr Gefälle beträgt 1 auf 40 bis 1 auf 6. Sie können aus mehreren einzelnen Abhängen, in concaver oder convexer Form, zusammengesetzt werden; auch die horizontale Projektion derselben kann krumm, oder aus einzelnen geraden Linien zusammengesetz-

---

4) Fig. 112 zeigt eine ähnliche Vorrichtung.

seyn. So endigt sich bei Sunderland ein solcher Abhang in einen Bogen, dessen Halbmesser, nach der Sehne und dem Sinus versus, die Hr. Minard gemessen hat, etwa 26 Ruthen lange seyn mag.

Folgendes sind die Resultate einiger Beobachtungen des Hrn. Wood auf selbstwirkenden Rampen.

Nummer der Beobachtung.	18.	19.	20.	21.	22.
Abhang	1 auf 37,3	1 auf 37,8	1 auf 30	1 auf 28,3	1 auf 35,8
Länge des Abhanges	178⅔Rut.	173⅔ R.	316 R.	297 R.	219 R.
Gewicht eines beladenen Wagens	8480 Pfd.	8480 Pfd.	9145 Pfd.	9150 Pfd.	9145 Pfd.
Zahl der Wagen	5	6	5	5	5
Quantum der Last	42400 Pfd.	50880 Pfd.	45725 Pfd.	45750 Pfd.	45725 Pfd.
Gewicht eines leeren Wagens	2706 Pfd.	2706 Pfd.	3359 Pfd.	3359 Pfd.	3359 Pfd.
Zahl der Wagen	6	7	7	7	7
Quantum der Last	16236 Pfd.	18942 Pfd.	23513 Pfd.	23513 Pfd.	23518 Pfd.
Zeitdauern der Bewegung . .	3¾ Min.	3 Minut.	5 Minut.	6 Minut.	4⅘ Min.
Durchmesser d. Seils . . .	19 Linien.	19 Linien.	19 Linien.	19 Linien.	16 Linien.
Gew. d. Seils	3758 Pfd.	3758 Pfd.	4651 Pfd.	4301 Pfd.	2832 Pfd.
Gewicht d. kleinen Rolle . .	3191 Pfd.	3191 Pfd.	4089 Pfd.	9444 Pfd.	4002 Pfd.
Gewicht d. großen Scheibe .	4434 Pfd.	4434 Pfd.	4440 Pfd.	4440 Pfd.	4440 Pfd.
Verhältniß des Durchmessers der Axe der kleinen Rolle zu dem Durchmesser d. Rolle	1 zu 14,6	1 zu 14,6	1 zu 14,1	1 zu 14,1	1 zu 16
Verhältniß des Durchmessers d. Axe d. großen Scheibe zu d. Durchmesser d. Scheibe .	1 zu 20	1 zu 20	1 zu 24	1 zu 24	1 zu 24

Bei den Beobachtungen Nro. 18. und Nro. 19. war das Gefälle des Abhanges oberhalb stärker, als unten. Die

Bahn war vollkommen gerade, die Schienen waren sehr trocken und in gutem Zustande; 6 beladene Wagen zogen 6 leere, ohne daß ein Bremsen nöthig war; im Winter aber rollten die Wagen kaum von selbst.

Bei der Beobachtung Nro. 20 war der Abhang unregelmäßig. Die Bahn hatte eine große Krümmung. Man läßt immer 7 leere Wagen von 7 beladenen heraufziehen und bremst die große Scheibe, oder theilweise die Wagen.

Bei der Beobachtung Nro. 21. war das Gefälle ebenfalls nicht gleichförmig; in der Mitte machte die Bahn einen großen Bogen. Gewöhnlich zögen 7 volle Wagen 7 leere mit großem Uebergewicht herauf.

Bei der Beobachtung Nro. 22 war das Gefälle fast gleichförmig und die Bahn gerade; gewöhnlich zogen 7 beladene Wagen, 7 leere mit großem Uebergewicht herauf.

Die Rollen (Sheeves, e), welche das Seil zu tragen und zu lenken bestimmt sind, finden sich von verschiedener Gestalt. Einige haben englische Rinnen (Fig. 155, 156, 158, 160); andere sind Walzen mit vorspringenden Rändern (Fig. 157, 159, 144.) Auch giebt es senkrecht stehende Walzen und schief liegende Rollen, deren Axen dann nicht horizontal sind. (Fig. 161).

Alle diese Rollen sind von Holz oder Gußeißen, bewegen sich um feste Axen von geschmiedetem Eisen, welche 7 bis 9 Linien im Durchmesser haben. Unter dem Seile haben die Rollen einen Durchmesser von 6½ bis 15¼ Zoll und liegen 19 bis 25 Fuß von einander entfernt.

Die Rollen haben den Zweck, die Reibung des Seils zu vermindern und zu verhindern, daß sich dasselbe zu schnell abnutze, was geschehen würde, wenn es auf der Erde schleppte. Auch dienen sie, daß Seil in der Mittellinie der Bahn zu halten und und die bewegende Kraft da, wo die Bahn krumm ist, zu hindern, daß sie die Wagen zur Seite ziehe.

Die Rollen erleiden eine, um so geringere Drehungs-Reibung, je größer der Durchmesser des Bodens ihrer Kohlen gegen den Durchmesser der Axe ist. Da nun diese letztere nicht dünner gemacht werden kann, als nöthig ist, um das Gewicht der Rolle und 19 bis 25 Fuß Seil zu tragen, welches 53 bis 85 Pfund beträgt, so macht man den Durchmesser der Rollen so groß als möglich. Da sie aber weder die darüber hergehenden Wagen, noch den Boden berühren dürfen, so können sie nicht größer seyn, als 15 bis $17^1/_4$ Zoll im Durchmesser, welches gewöhnlich die Höhe unter den Wagen ist. Man hat zwar versucht, um die Rollen größer machen zu können, den Boden auszuhöhlen und die Axen der Rollen tiefer zu legen; allein der kleine Graben, in welchem sie liegen, füllt sich bald mit Wasser und Erde, und man muß dann die Rollen dagegen durch eine Vorrichtung verwahren, wie sie z. B. in Fig. 155 dargestellt ist.

Die Seile sind wesentliche Theile des Mechanismus auf Bremsbergen; ihr Durchmesser beträgt 1 Zoll 4 Linien bis 2 Zoll 4 Linien, ihr Gewicht 10 bis 24 Pfund auf die Ruthe Länge. Die Spannung der Seile beträgt 1000 bis 3500 Pfund.

Die Reibung des Seils auf den Rollen muß nothwendig in Betracht gezogen werden. Berührte das Seil die Rolle nur an einem Punkte, so würde die Reibung der der Wagenräder auf den Schienen ähnlich seyn. Aber wegen der nothwendigen Gestalt der Rolle, deren sämmtliche Punkte gleiche Winkelgeschwindigkeit haben, berührt es den Boden und die Ränder der Rolle zugleich, deren Geschwindigkeiten verschieden sind. Einige Theile des Seils reiben sich also zugleich auf die gewöhnliche Weise.

In der Schätzung des Herrn Wood findet sich die Reibung der Axen der Rollen und der Trommeln mit der zur Biegung des Seils nöthigen Kraft zusammen genommen. Herr Wood nimmt für die Bewegung des eine Rampe auf- und abgehenden Wagenzuges, abstrahirend von der

verſchiedenen Länge des Seils, ungefähr folgende Gleichung an:

$$1.\ E = \frac{g\ t^2}{180\ i} \cdot \frac{180\ (M - m - i\ F') - i\ (M + m)}{2\ (M + m + C) + R + P},$$

wo

M das Gewicht der beladenen, hinabfahrenden Wagen iſt;

m das Gewicht der leeren, herauffahrenden Wagen;

R das Gewicht aller Räder, als volle Walzen betrachtet;

P das Gewicht aller Rollen und der Trommel, eben ſo betrachtet;

C das Gewicht des Seils;

E der in der Zeit t durchlaufene Raum;

G die Schwere, d. h. der nach der erſten Secunde des freien Falles gleichförmig zu durchlaufende Raum;

1 : 180 das Verhältniß der geſammten Reibung der Wagen zur Laſt;

F die Reibung des Seils, der Rollen-Axen, der Trommel ꝛc. ꝛc.

1 : i das Verhältniß der Höhe der Rampe zur horizontalen Länge derſelben.

Nachdem Herr Wood nun noch über das Hinabfahren der Wagen verſchiedene Betrachtungen angeſtellt hat, welche ihm E und t geben, findet er

$$2.\ F' = \frac{180\ (M - m) - i\ (M + m)}{180\ i} - \frac{E}{g\ t^2}$$

$$[2\ (M \times m + C) + R + P]$$

für den Widerſtand in der Richtung des Seils, Herr Wood überträgt dieſen Widerſtand auf den Umfang der Axen, indem er ihn mit einem Durchſchnitt der Verhältniſſe der Durchmeſſer der Rollen zu ihren Axen multiplicirt, die nach verſchiedenem Druck berechnet ſind, und er findet durch 9 Verſuche, daß dieſer Durchſchnitt $^1/_4$ bis $^1/_3$ von dem Gewicht des Seils, der Rolle und der Trommel beträgt.

Andere Ingenieurs, die Herren Locke und Stephenson, haben einige directe Verſuche über die Reibung der Seile angeſtellt. Sie haben auf einem Bahnabhange leere Wagen hinabfahren laſſen, welche verſchiedene lange Seile fortzogen. Wenn das Seil ſo lang war, daß die Geſchwindigkeit beinahe gleichförmig wurde, ſo nahmen ſie an, daß die Reibung des Seils und der Wagen, der aus ihrem Gewicht in paralleller Richtung mit dem Abhang hervorgehenden zuſammengeſetzten Kraft gleich ſey. Und da nun die Reibung der Wagen bekannt war, ſo ließ ſich danach die Reibung des Seils ſchätzen. Aber ſie haben weder den Durchmeſſer des Seils, noch denjenigen der Axen und Rollen, noch das Gewicht derſelben angegeben; auch wird man bemerken, daß jene Weiſe, die Reibung zu finden, unrichtig iſt, vorausſetzt, daß dieſelbe viel ſtärker, als die Geſchwindigkeit zunahm, weil man annimmt, daß die Bewegung gleichförmig werde. Man ſieht alſo, daß die Bemühung, die Reibung durch Beobachtung zu finden und jene, ſie à priori berechnen zu wollen, ungefähr in gleichem Maaße nicht zweckdienlich waren.

Durch Meſſung der Reibung am Umfange der Rollen haben vier Verſuche ergeben, daß die Reibung den 10ten oder 12ten Theil des Gewichts des Seils allein beträgt. Aber dieſe Reibung hängt auch noch von dem Gewicht der kleinen Rollen ab, welches man ohne große Fehler dem des Seils gleich ſetzen kann. Man muß alſo den doppelten Druck annehmen, und dann ergiebt ſich nur der 20ſte oder 24ſte Theil der Laſt. Um dieſe Reibung auf den Umfang der Rollenaxen zu übertragen, muß man ſie mit 12, der gewöhnlichen Verhältnißzahl der Durchmeſſer der Rollen und ihren Axen multipliciren. Dieß giebt dann $^3/_5$ oder die Hälfte der Laſt.

Merkwürdig iſt es, daß die Herren Stephenſon und Locke eine ſtärkere Reibung gefunden haben, obgleich bei ihren Verſuchen nicht die Widerſtände in Betracht gezogen wurden, die Herr Wood berückſichtigt hat, nämlich die Steifheit des Seils und die Reibung der Trommel.

Herr Walker schätzt, nach zwei Beobachtungen der Reibung des Seils, am Umfange der Rollen gemessen, diese Reibung auf den 22sten Theil des Gewichts des Seils, ohne das der Rollen.

Nach diesen, von einander abweichenden Resultaten, die nur als Schätzungen zu betrachten seyn dürften, wird man vielleicht annehmen können, daß der Widerstand des Seils mit Zubehör, an dem Umfange der kleinern Rollen gemessen, in der Richtung der Kraft, welche die Wagen fortzieht, $^1/_{36}$ des Gewichts des Seils, der Trommel oder Scheibe und Rollen beträgt, während der Durchmesser der Rollen ungefähr der zwölfache Durchmesser ihrer Axen ist.

Das Seil zerreißt öfters. Die herabfahrenden Wagen in solchen Fällen aufzuhalten, dient nur die Hemmung an den Rädern; die herrauffahrenden Wagen hält man auf verschiedene Weise vom Zurückrollen ab. Nämlich:

1. Befestigt man hinter dem letzten Wagen zwei Hölzer von etwa 6 Fuß lang und $3^4/_5$ Fuß im Geviert dick, unten mit eisernen Spitzen, die man dem Wagen, wenn er hinauffährt, auf der Bahn nachschleppen läßt. Die Spitzen stemmen sich in den Boden, wenn der Wagen zurückrollen will.

2. Sind diese Hölzer zuweilen durch eiserne Stangen, in Form eines Andreas-Kreuzes, mit einander verbunden, und bilden eine Art von Gestell (Fig. 162), welches dem hintersten Wagen folgt.

3. Auf den Abhängen der unterirdischen Theile (Tunnels) der Liverpooler-Bahn bedient man sich zweier starken, hölzernen, mit Eisen beschlagenen Keile. Sie haben die Gestalt des krummlinigten Winkels zwischen den Rädern und der Bahnschienen, sind mit einander durch Quärstücke verbunden und bilden so eine Art Schlitten, der auf den Schienen gleitet und dem letzten Wagen folgt, an welchem er befestigt ist. So wie der Wagen zurück zu rollen strebt, hält ihn der Schlitten auf, indem sich die Keile desselben zwischen die

Räder und die Bahnschienen klemmen, auf welchen sie dann gleiten (Fig. 163).

Wir theilen nun noch die Beschreibungen einiger in England vorhandenen Bremsbergen mit, so wie sie bei Steinbrüchen, in und bei Steinkohlen = und andern Bergwerken und bei Kanälen, mit längern horizontalen Schienenwegen verbunden, oder ohne dieselben, häufig sind, in ihrer Construction aber manche Verschiedenheiten zeigen.[1])

Bremsberg in dem Kalksteinbruche am Avon=Kanal bei Bath.

Aus dem großen Kalksteinbruch bei Bath, welcher viel Hausteine liefert, führt ein Bremsberg auf eine Länge von 2658 Fuß engl. (387 Lachter Pr.) nach dem Kanal des Avon, auf dem die Steine weiter verführt werden. Der Bremsberg hat zwei Abtheilungen, Die obere von 1658 Fuß Länge hat keine gleichförmige Neigung; dieselbe ist oben schwach, in der Mitte bis 10 Grad und unten bogenförmig schräg geneigt. Die untere hat eine gleichförmige Neigung von etwa 5 Grad. Die ganze Seigerhöhe des Bremsberges beträgt 480 bis 500 Fuß. Es liegt auf der ganzen Länge eine doppelte gußeiserne deutsche Schienenbahn.

Wechsel, wodurch diese beide Bahnen verbunden sind, befinden sich oben im Steinbruche, vor jeder der Bremsvorrichtungen, und unten am Kanale. Jede Bahn hat 3 Fuß 4 Zoll Spurweite und liegt eben so weit von einander entfernt.

Die einzelnen Schienen sind $2^1/_2$ Fuß lang, $3^1/_2$ Zoll breit, $^5/_8$ Zoll stark, die Spurrippe ist $2^1/_2$ Zoll hoch, unten $^7/_{12}$ Zoll und oben $^5/_8$ Zoll hoch. Auf der untern Seite, dicht am äußern Rande, befindet sich eine bogenförmige

---

1) Wir folgen dabei den Herren v. Oeynhausen und v. Dechen in Karstens Archiv, Bd. 19. S. 154 ꝛc. ꝛc.

Verstärkungsrippe, die in der Mitte bis 1 Zoll zunimmt, und an den Enden verschwindet. Die Enden der Schienen sind $^5/_4$ Zoll stark, an der innern Seite mit einem kleinen Ansatze versehen, und haben einen Ausschnitt, wodurch je zwei und zwei Schienen durch einen eisernen Nagel mit viereckigem pyramidalen Kopf befestigt werden. Die Schienen liegen auf steinernen Unterlagen, die Nägel sind in Holzblöcke eingetrieben. Diese Schienen sind für die Lasten, welche darauf heruntergelassen werden und die 80 Zentner mit dem Wagen betragen, zu schwach gegossen; dies beweisen große Haufen zerbrochener Schienen, die neben dem Wege liegen; dennoch sind die neuangelieferten Schienen nicht stärker gegossen.

Auf dem obern Theile des Weges befindet sich ein konischer Seilkorb, an einer horizontalen Achse, auf der einen Seite mit einem horizontalen Bremsrade versehen; der Korb hat an den Enden 5 Fuß, in der Mitte 6 Fuß Durchmesser, und ist 11 Fuß lang. Das Seil, woran die Wagen auf diesen Theil des Weges herabgelassen werden, ist $1^1/_4$ Zoll stark und ungetheert; es läuft über hölzerne Friktionswalzen von 34 Zoll Länge, 6 Zoll Durchmesser, mit eisernen Zapfen; die eisernen Pfadeisen, worin sich dieselben drehen, sind in den steinernen Unterlagen eingelassen, worauf die Schienen ruhen. Da der Seilkorb länger, als der Schienenweg breit ist, so ist die oberste Friktionswalze mit Kränzen versehen und so eingerichtet, daß sie sich auf ihrer Achse hin und her schieben kann.

Auf dem untern Theil des Weges besteht die Bremsvorrichtung aus einer, in der Ebene des Weges liegenden Seilscheibe, an einer aufrecht stehenden eisernen Achse 6 Zoll kantig. Diese Scheibe ist von Gußeisen 8 Zoll hoch, hat auf der äußern Seite einen vorstehenden Rand und 6 Fuß 8 Zoll Durchmesser, so daß die Kette, woran hier die Wagen herabgelassen werden, gerade in der Mitte der Schienenbahnen liegen. Diese Kette hat gerade $4^1/_4$ Zoll lange, $2^1/_4$ Zoll breite Glieder und ist aus $^5/_8$ Zoll starken Rundeisen

gefertigt. Das Bremsrad befindet sich an derselben Achse unter der Seilscheibe, hat 9 Fuß Durchmesser, 8 Zoll Höhe und hölzerne, durch ein Gewerbe verbundene $^5/_4$ der Peripherie umschließende Bremsbacken, die durch eine einfache Gabelverbindung angezogen werden.

Diese Ketten laufen über gußeiserne Friktionsscheiben, welche in Entfernungen von 24 Fuß in der Mitte der Bahnen, auf besonderen steinernen Unterlagen aufgestellt sind. Dieselben haben 9 Zoll Durchmesser, sind $7^1/_2$ Zoll lang, haben $1^1/_2$ zöllige Ränder und sind auf geschmiedeten eisernen Achsen von 15 Zoll festgekeilt, die in kleinen gußeisernen Pfannen laufen.

Die Wagen worauf bis 70 Zentner Steine geladen werden, bestehen aus einer hölzernen Plattform, die mit einem eisernen, $2^1/_2$ Fuß hohen Gitter versehen sind. Die Plattform ist aus 4 Gestellbäumen, $7^1/_2$ Fuß lang, 7 Zoll hoch und 5 Zoll stark zusammengesetzt, durch 4 Querriegel und einige eiserne Anker verbunden, die Achsen sind von Gußeisen, $3^1/_2$ Zoll hoch und $3^1/_4$ Zoll breit. Der runde Theil derselben in der Nabe ist $9^1/_4$ Zoll lang, vorn $1^1/_2$ Zoll, hinten $2^1/_2$ Zoll im Durchmesser. Die Achsen sind $2^1/_2$ Zoll tief in den 8 Zoll hohen und eben so breiten Querriegel eingelassen. Die Achsenmittel liegen 40 Zoll auseinander. Die Räder sind $16^1/_2$ Zoll hoch, am Rande 1 Zoll stark, mit 6 speichenartigen Rippen und dazwischen angebrachten Löchern versehen. Die Länge der Nabe beträgt $7^3/_4$ Zoll. Ein solcher Wagen wiegt, einschließlich der Räder, 10 Zentner. Die schmalen Räder tragen gewiß sehr viel zu der Menge von Schienenbruch bei, und haben hier, wo die durch breitern Rädern etwa vermehrte Friktion nicht schädlich einwirken kann, gar keinen Vortheil.

Bremsberg und Schienenweg von den Granitbrüchen bei Dalkey, bis nach Kingstown, unfern Dublin.

Die Granitbrüche von Dalkey, 7 engl. Meilen von Dublin, liefern ganz vortrefflich große Hausteine, welche vielfach benutzt werden und sehr häufig bei dem Hafenbau von Kingstown angewendet worden sind. Dorthin führt ein 2 engl. Meilen langer Schienenweg, der in der Nähe der Brüche mit drei Bremsbergen versehen ist, deren Neigung gegen 10° beträgt, und von denen der untere und längste gegen 100 Lachter Pr. lang ist.

Es liegen auf den Bremsbergen zwei Schienenbahnen, jede von 4 Fuß Spurweite, in 3 Fuß Entfernung von einander. Die Schienen sind denen auf dem kurz vorher beschriebenen Bremsberge ähnlich, nur dauerhafter und schwerer konstruirt. Jede Schiene ist 3 Fuß lang, einschließlich der Spurrippe, 4 Zoll hoch und 1 Zoll breit. Die Spurrippe ist 2 Zoll hoch, oben $^3/_4$ Zoll, unten 1 Zoll stark. Auf der untern Seite sind die Schienen mit zwei $^3/_4$ Zoll breiten und $^1/_2$ Zoll vorstehenden Verstärkungsrippen versehen, und eben so sind die Enden der Schienen auf 4 Zoll Länge $1^1/_2$ Zoll stark und mit einem kleinen Ansatze versehen. Die Befestigung ist auf Granitblöcken gerade wie bei den vorhergehenden. Die Bremsvorrichtung ist auf den drei geneigten Ebenen sich gleich. Eine Kette ohne Ende geht an dem obern Ende des Bremsberges über eine gußeiserne, in der Ebene des Weges liegende Scheibe, an der zugleich ein Bremsrad angebracht ist; an dem untern über zwei kleinere Leitungsscheiben. Vor jeder dieser Scheiben liegt eine senkrecht hängende Rolle, wodurch die Kette mit Sicherheit darauf geleitet wird. Die obere Scheibe ist mit dem Bremsrade aus einem Stück gegossen, 7 Fuß Durchmesser und 15 Zoll hoch, mit einer Rinne zur Aufnahme der Kette und mit Kränzen versehen. Die Arme und das Mittelstück sind besonders gegossen und an der Scheibe inwendig angeschraubt. Die Achse dieser Scheibe ist von Gußeisen 8 Fuß lang und oben bedeu-

tend ſtärker als unten. Die Bremſe beſteht aus einer eiſernen Schiene von 5 Zoll Breite und umgiebt das Rad nur zur Hälfte, kann aber durch eine doppelte Hebelverbindung ſehr ſtark dagegen gedrückt werden. Die unteren Leitungsſcheiben liegen ebenfalls den Ebenen des Weges parallel, und befinden ſich an eiſernen Achſen. Die herunter zu bremſenden vollen, und herauf zu ziehenden leeren Wagen, werden mittelſt ziemlich langer Ketten mit einem ſtarken Hacken an der Kette ohne Ende befeſtigt, und zwar iſt dieſe Kette an dem untern Ende der Wagen angehängt, ſo daß ſie oben über dem Wagen hinweggeht, welches beſonders bei dem Anhängen von Vortheil iſt, und ſonſt wenigſtens keine Nachtheile hat. Auf dieſe Weiſe werden 2 bis 3 volle Wagen in Entfernungen angehängt, und eben ſo viel leere auf der anderen Seite, ſo daß das Heraufziehen und Hinunterlaſſen beſtändig fortdauert.

Die Wagen beſtehen aus einer ſtarken Plattform, welche für den Transport großer Steine, ohne alle Koſten ſind, für kleinere Steine mit einem Kaſten, der an beiden Enden Thüren hat, die unten in Gewerben hängen, und oben mit Achſen und Vorſtecklingen befeſtigt werden. An jedem Ende ſind an beiden Geſtellbäumen 4 Hacken, woran die Ketten angehackt werden können; die Wagen ſind 4 Fuß breit, 6 Fuß lang; die Achſenmittel ſtehen 3 Fuß auseinander.

Die Achſen ſind von Schmiedeeiſen, mit 3 Schrauben an den Wagen befeſtigt, 3 Zoll breit, $4\frac{1}{2}$ Zoll hoch, und ganz in den Querriegeln eingelaſſen. Die gußeiſernen Räder ſind 18 Zoll hoch, haben einen $1\frac{1}{2}$ Zoll breiten Rand und 6 ſpeichenartige Verſtärkungen mit kreisrunden Löchern dazwiſchen. Die Nabe iſt, ſo weit ſie ſich an der Achſe anſchließt, 6 Zoll lang, und vorn mit einer 4 Zoll langen Erweiterung verſehen, welche den Vorſteckling ganz umgiebt und verhindert, daß er nicht herausſpringen kann; — eine Einrichtung, welche den gewöhnlichen Rädern der Frachtwagen in England nachgeahmt iſt und ganz zweckmäßig zu ſeyn ſcheint. Ein Einſchnitt erlaubt, den Vorſteckling einzuſtecken.

Diagonal geneigte Tagesſtrecke auf der Grube Wheal-Friendſhip bei Tavy, unweit Tavistock.

Auf der Grube Wheal-Friendſhip, bei Mary-Tavy, unweit Tavistock, in Devonſhire, iſt auf dem Streichen des Kupfererzganges eine geneigte Ebene oder Tagesſtrecke, vom Tage nieder bis auf die 112 Fathoms (98 Preuß. Lachter) Sohle vorgerichtet und zur Erzförderung eingerichtet worden. Die Länge dieſer Strecke wird zu 450 Fathom (2400 Fuß engl.) 393 Lachter preuß. angegeben, und wenn dieſe Angabe vielleicht auch etwas zu hoch iſt, ſo iſt die Länge derſelben doch jedenfalls ſehr bedeutend, indem ſie ſich noch gegen 20 Fathoms über Tage verlängert. Eine Länge von 450 Fathoms und eine Saigerteufe von 112 Fathoms (672 Fuß) angenommen, ergiebt den mittleren Fallungswinkel zu $14^1/_2{}^\circ$. Das Fallen dee Strecke iſt indeſſen nicht ſehr regelmäßig und beträgt daher an vielen Punkten mehr wie $14^1/_2{}^\circ$; auch folgt die Strecke den Unregelmäßigkeiten des Ganges, und macht daher häufige Krümmungen. Aus der Strecke ſelbſt ſind, in ſeigeren Abſtänden von 10 Fathoms, Gezeugſtrecken getrieben und für die tieferen Baue donnlägige Schächte auf dem Gange niedergebracht, durch welche die Erze auf dieſe Hauptförderſtrecke gelangen.

Auf dieſer geneigten Tagesſtrecke iſt eine eintrümiger gußeiſerner deutſcher Schienenweg von 36 Zoll Spurweite vorgerichtet. Der Schienenweg iſt nach Art eines Tramroads gelegt; die gußeiſernen Schienen ſind meiſt 6 Fuß lang, 3 Zoll breit, mit Ausſchluß der 2 Zoll hohen, unten $^1/_2$ Zoll, oben $^3/_8$ Zoll ſtarken Spurrippen, $^5/_4$ Zoll ſtark; doch bedient man ſich auch beim Auswechſeln kürzerer Stücke von 3 Fuß Länge und darunter. Die Schienen haben an jedem Ende ein viereckiges Loch und ſind mit eiſernen Nägeln auf hölzernen Stegen befeſtigt; ſie liegen häufig auf der bloßen Geſteinsſohle, oft iſt aber auch eine Art Straßbaum untergelegt.

Der Schienenweg iſt gut gelegt und erhalten; es iſt ein Mann dazu angeſtellt, welcher die Reparaturen beſorgt. An den erforderlichen Stellen liegen Rollen quer über den Weg, über welche die Kette hinläuft, dieſe Rollen, von 2½ Fuß Länge und 6 Zoll Durchmeſſer, beſtehen aus einem gußeiſernen Cylinder, des mit Holz ausgefüttert iſt, worin die ſchmiedeeiſernen Zapfen befeſtigt ſind. Da die geneigte Tagesſtrecke häufig kleine Biegungen hat, ſo ſind dergleichen Walzen auch häufig, ſenkrecht ſtehend, an beiden Seiten des Weges angebracht, auch kleine eiſerne Leitungsſcheiben von 9 Zoll Durchmeſſer und 4 Zoll Breite, auf dem Wege ſelbſt, an welchem die Kette läuft.

Die Achſe der Walzen iſt gewöhnlich in einer Unterlage befeſtigt.

Auf dieſem geneigten Schienenwege läuft ein vierrädriger eiſerner Wagen, der mit einer Ausſtürzvorrichtung verſehen iſt. Die Räder ſind von Gußeiſen, haben 18 Zoll Durchmeſſer und nur ⅔ Zoll Stärke und eine meſſingene Büchſe, welche mit vier Anſätzen darin eingeſteckt, durch hölzetne Keile befeſtigt wird, und in der Nabe nur 2¾ Zoll lang iſt. Der Wagen faßt beinahe 22 Cubicfuß, 20 bis 25 Zentner Erze, und mit Einſchluß des Wagens mag die ganze Laſt 3000 bis 3500 Pfunde betragen. Der Wagen wird an einer eiſernen Kette gezogen, deren Glieder 3½ Zoll lang und ½ Zoll dick ſind. Die Förderung geſchieht mittelſt eines Waſſerrades. Die Förderung iſt eintrümig; das gefüllte, heraufgezogene Gefäß muß daher nachher durch ſein eigenes Gewicht wieder herabgelaſſen werden, wozu eine Bremsvorrichtung angebracht iſt. In 24 Stunden werden etwa 25 bis 26 Wagen zu 20 Zentner Erze gefördert; bei Tage, wo alles regelmäßig geht, können in 12 Stunden, 15 bis 16 Wagen gefördert werden.

Das Gewicht der ſchweren eiſernen Ketten iſt der Förderung um ſo nachtheiliger, da es durch nichts im Gleichgewicht erhalten wird; auch reißt häufig ein Kettenglied,

wodurch häufige Beſchädigungen und Störungen der Förderungen veranlaßt werden.

Geneigte Ebenen auf dem Taviſtock-Kanal.

Zwei engliſche Meilen weit von Taviſtock in Devonſhire liegt die Kupfergrube Wheal-Crebor. Der ſeit neun Jahren vollendete Taviſtock-Kanal, welcher die Tavy mit dem Tamer verbindet, geht bei dieſer Grube vorbei, ſo wie bei der Grube Crowndale, die eine Meile ſüdlich von Taviſtock und wo ſich Koak-Oefen und eine Zinnſchmelzhütte befinden.

Der ganze Kanal iſt über Tage $2\frac{1}{2}$ Meilen, und unterirdiſch, als ſchiffbare Strecke, $1\frac{1}{2}$ Meilen engl. lang. Außerdem hat er bei ſeiner Vereinigung mit dem Tamer, einen Bremsberg, 120 Fathoms (105 Preuß. Lachter) lang, und $240\frac{1}{2}$ Fuß engl. ſeiger hoch, oder unter einem Winkel von $15\frac{3}{4}^{0}$ geneigt, und zwei Seitenarme, von denen der erſte unweit Wheal-Crebor, $1\frac{1}{2}$ Meilen lang, zu den Dachſchieferbrüchen bei Millhill führt, der zweite hingegen, auf der andern Seite der ſchiffbaren Strecke, hat nur eine Länge von $\frac{1}{4}$ Meile. Die Breite des Kanals beträgt an der Oberfläche 16 Fuß engl. auf der Sohle 9 Fuß, die Waſſertiefe $3\frac{1}{2}$ Fuß. Die Strecke da, wo der Kanal unterirdiſch durch den Berg geht, iſt an ſeinem Eingange 9 Fuß hoch, $6\frac{1}{4}$ Fuß breit, in eliptiſche Maurung geſetzt; die Maurung iſt indeſſen nicht lang, ſondern der größte Theil der Strecke ſoll in feſtem Geſtein ſtehen. Die geſammte Kanal-Anlage wurde in 14 Jahren vollendet und koſtetete 70,000 Pfund Sterlinge. Er giebt gegenwärtig etwa 500 Pfund Sterlinge jährlichen Reinertrag, was nur $\frac{5}{7}$ Procent des Anlage-Kapitals ausmacht. Die Kanal-Compagnie unterhält blos den Kanal und die damit in Verbindung ſtehenden Bremsberge und Maſchinerie, diejenigen, welche ſich des Kanals bedienen, müſſen alles Geräth ſelbſt anſchaffen. Die Tonne (20 Zentner) Kalkſtein, zahlt für die Benutzung des Kanals 6 Pence

(5 Sgr. 3 Pf.) Zinn und Kupfer 18 Pence (15 Sgr. 9 Pf.) und Kohlen 20 Pence (17 Sgr. 5 Pf.)

Weil durch das häufige Anstoßen in der schiffbaren Strecke, die hölzernen Boote sehr beschädigt werden und bedeutende Reparaturen veranlassen, so hat man mit vielem Vortheil Boote von zusammen geschmiedeten Eisenblechen eingeführt. Die Bleche sind knapp $^1/_4$ Zoll dick; das Boot ist 30 Fuß lang, $4^1/_2$ Fuß breit, $2^1/_2$ Fuß tief, und faßt etwa $4^1/_2$ Tonne (90 Zentner) Ladung. Das Gewicht des Bootes soll $1^1/_2$ Tonnen (30 Zentner) betragen, eine Angabe, die indessen zu geringe, — und die Kosten der Erbauung 60 bis 70 Pfund Sterling (420 bis 490 Thaler). Der obere Rand des Bootes ist mit einer 3 Zoll breiten, $^5/_8$ Zoll starken Schiene eingefaßt, der Boden mit Holz belegt, das Steuerruder von Eisenblech; zwei geschmiedete eiserne Queranker dienen, die Seitenwände des Bootes zu halten. Der cubische Inhalt des Bootes kann zu etwa 300 Cubicfuß berechnet werden. Das Boot geht mit 5 Gefäßen, deren Gewicht zu 200 Pfund, also zu 1000 Pfund angenommen werden kann. 12 Zoll im Wasser verdrängen etwa 120 Cubicfuß Wasser, im Gewicht gleich 7200 Pfund. Das Gewicht des Bootes würde daher 6200 Pfund oder nahe 3 Tonnen sein.

Derjenige Seitenarm des Kanals, der von Wheal-Crebor nach dem Schieferbruche bei Millhill führt, hat eine Höhe von $19^1/_2$ Fuß engl. zu überwinden. Es würde dies durch zwei Schleusen möglich zu machen gewesen sein, allein der obere Theil des Kanals hat so wenig Wasser, daß die Schleusen hätten nicht gespeißt werden können. Man hat daher einen $70^1/_2$ Zoll breiten, 156 Fathoms (136 Lachter Pr.) langen gußeiseren deutschen Schienenweg angelegt, welcher $19^1/_2$ Fuß, $1^1/_2$ Zoll pro Fathom (à 6 Fuß engl.) oder $1^\circ\ 11'\ 37''$ ansteigt.

Ein etwa 20 Fuß langer Wagen geht auf diesem Schienenwege, und kann so tief in das Wasser herabgelassen werden, daß das Boot auf denselben herabfährt, worauf Ladung und Wagen und Boot zusammen etwa 8 Tonnen, von 3

Pferden, von einem Theile des Kanals in den andern gebracht werden. Das leere Boot wird von einem Pferde heraufgezogen, so wie auch beladen herabgezogen. Die Schienen sind 8 Fuß lang, ohne Spurrippe 3½ Zoll breit, 1 Zoll stark; die Spurrippe ist 1 Zoll hoch, unten 1 Zoll oben ¼ Zoll stark. Jede Schiene hat 3 oblonge Löcher, womit dieselbe auf hölzernen starken Stegen, welche 3 Fuß weit auseinander liegen, aufgenagelt ist.

Der etwa 20 Fuß lange Wagen, besteht aus einem starken Bohlengerippe; die Räder sind von Gußeisen und haben 24 Zoll Durchmesser, ganz scheibenartig und nur ¾ Zoll stark. Die Construction ist derjenigen ganz ähnlich, welche für die Räder der Förderwagen auf der Grube Wheal-Crebor angewendet ist, und nach derselben Methode eingerichtet, welche bei den Förderungen auf der Grube Whingill bei Whitehaven bereits beschrieben worden ist.

Das Rad hat eine nach vorn geschlossene Büchse und eine 6 Zoll lange Nabe. Auf die Rückseite des Rades wird, mit vier kleinen Bolzen, eine runde Platte mit vier Ansätzen aufgeschraubt, durch welche die schmiedeeiserne, 2 Zoll starke Achse hindurch geht, und deren Oeffnung 2½ Zoll im Durchmesser und kleiner ist, wie der vordere der Büchse, welcher 3 Zoll Durchmesser hat. Die Achse, welche in dieses Rad gesteckt wird, ist 3 Zoll vom Ende, ¼ Zoll tief eingeschnitten; in diese Vertiefung wird ein ¾ Zoll dicker, und 1¾ Zoll breiter, aus 2 Hälften bestehender messingener oder eiserner Ring gelegt. Zuerst wird das Vorschraubestück auf die Achse gesteckt, dann der aus 2 Hälften bestehende Ring um die Achse gelegt, dann das Rad aufgesteckt und das Vorlegestück befestigt. Eine kleine Oeffnung in der Büchse, die durch einen Stift verschlossen wird, dient als Schmierloch. Wenn diese Räder genau gearbeitet sind, und alles gehörig abgedreht; so müssen dieselben sehr gut gehen, und die Schmiere lange halten können.

In dem Schieferbruche bei Millhill befindet sich ein geneigter gußeiserner Schienenweg, auf welchem mittelst eines

einfachen Pferdegöpels, die mit Schiefer gefüllten Wagen heraufgezogen, und die leeren Wagen herabgelassen werden. Der Schienenweg hat 44 Zoll Spurweite; die Schienen sind, ohne die 11/12 Zoll hohe; unten 1/2 Zoll starke Spurrippe, 3 Zoll breit und 7/12 Zoll stark. Der Wagen hat gußeiserne Räder von 19 Zoll Durchmesser, mit einem 1 Zoll breiten Radkranze, 8 Speichen und einer 7 Zoll langen Nabe. Der Kasten des Wagens ist von Holz, und ruht auf einem Holzblock; er ist zum Auskippen vorgerichtet und dreht sich um eine horizontale Achse. Ein eiserner Hacken hält ihn während der Förderung, wenn dieser aushängt, läßt sich der Kasten umkippen und leicht entladen.

Da, wo der Tavistock-Kanal bei Morvilleham endigt, liegt er 240 1/2 Fuß engl. über dem Fluthstand, im Bette des Tamer, denn die Fluth steigt von Plymouth, wo die Tamer sich in das Meer ergießt, noch bis hier herauf.

Von dem Kanal geht ein 120 Fathoms (720 Fuß engl. langer Bremsberg bis zum Flusse herab. Unten am Flusse liegen mehrere Waarenhäuser, eine Mühle, auf welcher Mangan-Schliecho gemahlen werden, mehrere Kalköfen und große Stadeln für die Kupfererze. Diese letzteren liegen so an dem Abhange des Berges, daß von dem Bremsberge ein Schienenweg zu denselben hinabführt, und die Erze von jeder Grube durch Rollöcher in besondere Stadeln gestürzt werden können. Der Bremsberg hat zwei Trümmer, von denen das eine Trum bis nahe auf das Niveau des Flusses, das andere aber nur bis 30 über diesem Punkte herabführt. Oben an dem Endpunkte des Kanals ist ein Wasserrad, durch welches die leeren Wagen den Bremsberg wieder heraufgezogen werden. Jedes Trum kann allein arbeiten. Das Wasserrad ist einfach und kann nur nach einer Seite arbeiten. Die beiden Trume des Schienenweges liegen 35 Zoll voneinander entfernt und haben 46 Zoll Spurweite. Die Schienen sind 69 Zoll lang, einschließlich der Spurrippe 3 1/2 bis 4 Zoll breit; 3/8 bis 5/4 Zoll stark; die Spurrippe ist 2 Zoll hoch, unten 1/2 bis 7/12 Zoll und oben 1/4 bis 1/3 Zoll stark.

An jedem Ende iſt die Schiene mit einem viereckigen 3/4 Zoll weitem Loche verſehen, um mit Nägeln auf hölzerne Stege, oder ſteinerne Unterlagen befeſtigt zu werden. An ſehr ſchmutzigen Stellen des Weges am Tamer-Fluße und quer über Fahrwege weg, liegen rinnenartige Schienen; dieſelben ſind 34 1/2 oder 69 Zoll lang, 3 1/2 bis 4 Zoll breit, inwendig 1 1/2 bis 1 1/2 Zoll tief; 1/2, 5/8 bis 3/4 Zoll im Boden ſtark; oben 2 1/4 bis 2 3/4 Zoll breit.

Der Wagen iſt von Eiſenblech, mit Verſtärkungen von eiſernen Schienen. Er hat ungleiche 15 Zoll hohe Vorder- und 18 Zoll hohe Hinterräder und iſt zum Ausſtürzen vorgerichtet. Er wird an einer eiſernen Kette heraufgezogen und heruntergelaſſen, deren Glieder 4 bis 4 1/4 Zoll lang, 2 1/2 Zoll breit und 1/2 Zoll dick ſind. Dieſe Kette läuft auf eiſernen, in der Mitte der Bahnen liegenden Friktionsrollen, hohlen 7 1/2 Zoll Durchmeſſer haltenden, 18 Zoll langen und mit 1 1/2 Zoll vorſtehenden Kränzen verſehenen Cylindern, welche mit einer 25 1/2 Zoll langen geſchmiedeten Achſe verſehen und inwendig ganz mit Holz ausgefüttert ſind. Wenn die Wagen oben am Ende des Schienenweges angekommen ſind, iſt eine Vorrichtung angebracht, mittelſt welcher die Wagen ſelbſt die Achſe mit dem Seilkorbe ausrücken, ſo daß das Waſſerrad ſich allein bewegt, ohne den Wagen weiter fortzuziehen. Das Waſſerrad iſt oberſchlächtig, 28 Fuß hoch, 4 Fuß breit, es ſetzt mittelſt koniſcher Räder eine ſchiefſtehende Welle in Bewegung, durch welche, ebenfalls mittelſt koniſcher Räder, die Welle bewegt wird, an welcher der 6 Fuß im Durchmeſſer haltende und 2 Fuß breite Seilkorb und das Bremsrad für das eine Trum des Bremsberges befindlich ſind. Durch dieſe Welle kann eine andere ähnliche Welle, durch Getriebräder, für das andere Trum bewegt werden; dieſe Welle läßt ſich durch eine einfache Vorrichtung ein- und ausrücken.

An dem obern Ende des Bremsberges befindet ſich eine Plattform, welche in derſelben Neigung wie der Bremsberg liegt. Sobald der Wagen darauf kommt, ſo drückt er durch

ſein Gewicht dieſelbe in eine horizontale Lage herab. Dieſe Plattform iſt, mittelſt einer eiſernen Stange, mit einem darunliegenden Hebel verbunden, durch den eine Zugſtange bewegt wird, welche einen Hebel trägt, auf welchem das Zapfenlager der Welle des Seilkorbes ruht, und welches daher, wenn die Plattform ſinkt, in die Höhe gehoben wird, und dadurch außer Verbindung mit dem koniſchen Rade, an der ſchief ſtehenden Achſe kommt, von dem die Bewegung des Seilkorbes ausgeht. Zur Erleichterung dieſes Ausrückens, zieht an dem Hebel ein Gegengewicht mittelſt einer Kette. Außerdem iſt an dem Hebel eine eiſerne Stange mit einem Handgriff, ſo daß durch dieſelbe der Maſchinenwärter, ebenfalls zu jeder Zeit die Welle des Seilkorbes ausrücken kann.

Die Bremſe beſteht aus einem obern und einem untern Backen, welche gleichzeitig durch einen Hebel zuſammengezogen werden. Derſelbe iſt um eine eiſerne Achſe beweglich, mit dem untern Bremsbacken durch eine Kette verbunden, mit dem obern durch eine eiſerne Zugſtange und einen kleinen Hebel, deſſen Ende den oberen Bremsbacken herunter drücken, wenn die Zugſtange in die Höhe geht. Am entgegengeſetzten Ende ſind die Bremsbacken durch eine eiſerne Stange verbunden; um einen Zapfen in derſelben iſt die untere beweglich, welche außerdem noch durch die Verbindung zweier eiſerner Stangen an dieſer Seite niedergedrückt wird, und Freiheit zu einer kleinen Bewegung erhält.

Vor jedem Trum liegt eine große Drehſcheibe horizontal, in deren Niveau die Plattform durch das Gewicht des Wagens gedrückt wird, wodurch die Wagen auf einen Schienenweg gebracht werden, der gleich in der Nähe mit zwei Ausweichungen verſehen iſt, und nach dem Kanal führt.

Bremsberg von dem Shropſhire-Kanal nach der Severn, unweit Coalbrokdale.

Etwa 2 Meilen unterhalb Coalbrokdale vereinigt ſich der Shropſhire-Kanal mit der Severn durch einen 793 Fuß lan-

gen Bremsberg mit 207 Fuß senkrechtem Fall und einer Neigung von 15 1/8°. Der darauf liegende Schienenweg ist von Gußeisen; nach Art der Tramroad's construirt. Die Schienen sind die schwersten und stärksten der Art, welche die Herren v. Deynhausen und v. Dechen gesehen haben; außerdem liegen sie auf 14 Zoll breiten und starken hölzernen Straßbäumen und diese auf hölzernen Stegen. Nächstdem ist die ganze geneigte Ebene gut gepflastert; der Weg hat 3 Reihen von Schienen, so daß er zwei Bahnen mit einem gemeinschaftlichen Mittelstrange enthält; und in der Mitte des Weges wo der volle und leere Wagen mit einander wechseln, hat er 4 Schienenreihen und 2 gänzlich getrennte Bahnen. Bei der einen Bahn liegen die Spurrippen der Schienen inwendig, bei der andern auswendig, die Schienen sind 70 Zoll (6 Fuß englisch); ohne die 2 1/2 Zoll hohe und 1 Zoll starke Spurrippe, 7 Zoll breit und 2 Zoll stark; an dem einen Ende mit einer 5 Zoll breiten, 1 1/2 Zoll weit hervorragenden Spitze, auf der andern mit einem dazu passenden Ausschnitt versehen, außerdem an der Spurrippe mit einem Ansatze, welcher einen durchgehenden Holzstock aufnehmen soll, um je zwei Schienen mit einander zu verbinden, und dann noch mit 4 Löchern von 1 Zoll Quadrat, um dieselben auf die Straßbäume aufnageln zu können.

Die Verbindung der Schienen mittelst Holzpflöcke, ist nur selten angewendet, und eben so sind nur wenige Schienen in der Mitte der Spurrippe mit einer kleinen Versenkung versehen. In dem Wege liegen eiserne Rollen, über denen das Seil läuft.

Auf diesem Bremsberge werden die Kanalboote, welche auf den Shropshire-Kanal anlangen, herabgelassen. Zum Herablassen der Boote bedient man sich eines hölzernen Wagengestelles. Die meisten Kanalboote sind von Holz, im Lichten 18 Fuß lang, 5 Fuß 2 Zoll breit und 2 1/2 Fuß tief. Ein solches Boot wiegt leer etwa 1 1/2 Tonnen, und die größte Ladung beträgt etwa 5 Tonnen, wobei es noch

etwa 3 Zoll Bord hat. Die Ladungen bestehen in Kohlen und Eisen.

Das hölzerne Wagengestelle auf das die Boote gestellt werden, ist ganz einfach construirt. Auf den beiden äußern Gestellbäumen stehen 5 Fuß hohe Pfosten, welche durch Streben befestigt sind, und oben durch einen starken eisernen Anker verbunden, der mit 3 Oesen zum Anschlagen der Kette versehen ist. Das Gestelle hat 2 große Vorräder von 27 Zoll Durchmesser und zwei kleine Hinterräder von 16 Zoll Durchmesser, die eine innere Spurweite von 43 Zoll haben und 6 Zoll breit am Rande, 10 Zoll lang in der Nabe sind und ganz unter demselben liegen. Außerhalb des Wagens sind noch zwei Außenräder an derselben Achse mit den kleinen Hinterrädern, von 24 Zoll Durchmesser mit den Spurkränzen und 78 Zoll Spurweite, welche, wenn der Wagen aus dem Kanal auf den Damm des Bremsberges gezogen wird, auf einem eigends für sie gelegten Schienenweg laufen, und dazu dienen, daß der Wagen, ohne anzustreifen, den höchsten Punkt des Dammes überschreiten kann.

Das Gewicht des Wagengestelles beträgt . . 2 Tonnen.
und des Bootes mit seiner Ladung . . . 6½ „
also das gesammte Gewicht . . . . . 8½ Tonnen.
oder 170 Centner. In 12 Stunden können etwa 100 Boote herabgelassen werden.

Auf dem höchsten Punkte des Bremsberges und auf dem Rücken, welchen derselbe mit der kurzen, nach dem oberen Theile des Kanales hinwärts geneigten Ebene bildet, stehet eine 16 zöllige Dampfmaschine, welche dazu dient, die Wagen mit den Kanalbooten aus dem obern Theile des Kanales über den Rücken wegzuziehen, und die den Bremsberg heraufkommenden Wagen, den letzten Theil vollends herauf zu ziehen, wenn der volle Wagen schon unten mit dem Boote in das Wasser taucht und daher so viel am Gewicht verliert, daß er nicht mehr im Stande ist, den leeren Wagen wieder in die Höhe zu ziehen.

An der Achse der Dampfmaschine befindet sich ein klei-

nes Getrieberad von 24 Zähnen, welches in ein großes Rad mit 96 Zähnen greift, auf deſſen Achſe der Seilkorb von 7 Fuß Durchmeſſer mit dem Bremsrade für den großen Bremsberg befindlich iſt. Das kleine Getrieberad kann durch einen in dem Maſchinengebäude angebrachten Zug ein- und ausgerückt werden, ſo daß ſich die Maſchine und der Seilkorb unabhängig von einander bewegen. Die Seile gehen von dieſem Korbe über eiſerne Seilſcheiben von 6 Fuß Durchmeſſer und 5 Zoll Breite, und dann unter dem Korbe weg, nach dem Bremsberge; die Seilſcheiben hängen ſchon ſenkrecht über dem obern Kanaltheile, und ſo können die Wagen über den Rücken vorgezogen werden.

An der Achſe der Dampfmaſchine befindet ſich auſſerdem ein Getriebe von 40 Zähnen, welches in ein Zahnrad von 96 Zähnen, das einem Zwiſchengelege angehört, eingreift, welches auf einer beſondern Achſe befeſtigt iſt, worauf auch ein Getriebe von 28 Zähnen ſich befindet. Dieſe Zwiſchenachſe hat ein Pfannenlager, inwendig im Maſchinengebäude, welches mittelſt eines Hebels ein- und ausgerückt, ſo daß nach Gefallen dieſe Zwiſchenachſe in Bewegung oder Ruhe verſetzt werden kann. Das Getriebrad von 28 Zähnen, welches an der Achſe eines kleinen Seilkorbes und Bremsrades befeſtigt iſt, durch welchen Seilkorb mit einer Kette, die Kanalboote aus dem oberen Kanaltheile auf die Höhe des Bremsberges gezogen werden. Die Manipulation beim Bremſen iſt folgende: Sobald der volle Wagen unten angekommen, wird von einem Arbeiter das beladene Boot von dem Wagen abgeſchlagen und in den Kanal geſtoßen und dagegen ein leeres Boot heraufgeführt und angeſchlagen. Das volle heruntergehende Boot zieht das leere nicht ganz herauf, indem der Schienenweg unten ganz flach in den untern Kanal geht, und das volle Boot, ſo wie es ins Waſſer taucht, zu viel am Gewicht verliert. Sobald das leere Boot ſtille ſteht, öffnet ein Arbeiter die Bremſe des großen Seilkorbes ganz, während ein anderer ſchon die Maſchine mit demſelben Seilkorb in Verbindung geſetzt hat, und dieſe anläßt, um das Boot

vollends herauf und über den Rücken des Bremsberges herüber zu ziehen. Sobald das Boot über dem Rücken gelangt iſt, geht es langſam auf dem Schienenwege in den obern Kanal. Der große Seilkorb wird dann außer Verbindung mit der Maſchine gebracht, die Maſchine ſtille geſtellt, und beide Arbeiter ſchlagen das leere Boot von dem Wagen ab, und ein volles dagegen an, und hängen den Wagen an die Kette des kleinen Seilkorbes. Dieſe Kette iſt während der Zeit abgewickelt worden, daß die Maſchine das leere Boot auf den Rücken heraufgezogen hat, in welcher Zeit auch dieſes Seilkorb mit der Maſchine in Verbindung geſetzt war. Sobald das volle Boot angeſchlagen iſt, wird die Maſchine angelaſſen, und durch den kleinen Seilkorb mit der Kette das volle Boot aus dem Kanal auf den Rädern des Bremsberges heraufgezogen. Der eine Arbeiter ſteht an der Maſchine, der andere an der Bremſe. Sobald das Boot herüber iſt, faßt das Seil des großen Seilkorbes, und mittelſt der Bremſe wird das volle Boot herabgelaſſen. Die Maſchine wird ſtille geſtellt, der kleine Seilkorb außer Verbindung mit der Maſchine gebracht, und der Arbeiter, welcher dieſes gethan, ſchlägt die Kette dieſes Seilkorbes von dem Wagen ab, und nun fängt das Herunterbremſen an, welches ſo lange dauert, bis das volle Boot in das Waſſer des untern Kanals taucht. Inzwiſchen hat ein Arbeiter Zeit, die Feurung der Maſchine zu beſorgen und die Boote ſo in Ordnung zu bringen, daß beim Anſchlagen derſelben keine Zeit verloren geht. Der Arbeiter am untern Kanal iſt zugleich mit Ausladen u. ſ. w. beſchäftigt, indem das An = und Abſchlagen der Boote nur wenig Zeit erfordert. Eine Tonne Kohlen koſtet zu Calport auf dem untern Kanal 8 Schill. (2 Rth. 24 Sgr.) oder eine Pr.=Tonne zu 4 Schäffel (16 Sgr. 9 Pf.) ein ſehr niedriger Preis, wenn man berückſichtigt, daß die Kohlen von den Gruben ſchon mehrere Meilen weit herkommen.

Sämmtliche Verbindungsräder der Bremsvorrichtung und der Seilkörbe ſind aus 2 Theilen gegoſſen, welches das Aufkeilen derſelben auf die Achſen, zumal bei vorfallenden

Brüchen, sehr erleichtert. Die Achsen sind von Gußeisen 4 Zoll im Quadrat, die Zapfen 3½ Zoll Durchmesser, die Räder 3 Zoll im Theilriß. Der Krummzapfen der Maschine hat 18 Zoll. Das Seil, an dem die Wagen herabgelassen werden, hat 3½ Zoll Durchmesser.

Der große Seilkorb macht bei einem Umgange der Maschine ⅛ Umdrehung und der kleine 7/48 oder nahe ⅐ Umdrehung. Tredgold giebt die Länge dieses Weges zu 1050 Fuß an; außerdem führt er an, daß der Shropshire-Kanal noch zwei andere Bremsberge habe; der zweite von 1800 Fuß Länge und 126 Fuß Fall, oder eine Neigung von etwas über 4°; der dritte von 1050 Fuß und 120 Fuß Fall, oder eine Neigung von 7⅙ Graden.

Achtes Kapitel.

Feststehende Dampfmaschinen, und Bewegung auf den Bahnrampen[1]).

Um beladene Wagen einen so steilen Abhang hinauf zu ziehen, auf welchem Dampfwagen nicht mehr wirken können; bedient man sich der Dampfkraft auf eine andere, folgender Maßen regulirte Weise.

In geringer Entfernung vom Gipfel der Rampe ist eine Trommel von 4¾ bis 12¾ Fuß im Durchmesser und nach Erforderniß der Länge des Seils etwa 4¾ Fuß lang angebracht, so wie die Fig. 153 zeigt. Die Axe dieser Trommel liegt horizontal, senkrecht auf die Richtung der Schienen und so hoch, daß die Wagen unter der Trommel hindurch fahren können. Die Trommel ist mit einem gezahnten Rade verbunden, in welches ein Drehling greift, dessen Achse mit einem Schwungrade und einer Bremse, durch die Kurbel einer Dampfmaschine umgedreht wird. Die Trommel kann sich auf

[1]) Nach Minard.

ihrer cylindrischen Achse, von einem Ende bis zum anderen, frei drehen, und parallel mit der Länge der Achse gleiten. Die Bewegung der Achse ist mittheilend, oder unabhängig, je nachdem die Zähne an dem einen oder dem andern Ende der Trommel eingreifen, oder nicht. Sie wird auf der Achse durch einen Arbeiter vermittelst eines Hebels verschoben.

Wenn die Eisenbahn einfach, so ist sie auf der Rampe, nach Fig. 148 eingerichtet. Am Fuße des Abhanges befinden sich zwei Bahnen, auf welchen die Wagen stehen und sich kreuzen können; auf der Rampe selbst ist nur eine Bahn, und auf der Plattform des Gipfels, zwischen dem höchsten Punkte des Abhanges und der Maschine, befinden sich wieder zwei Bahnen, deren eine ein wenig in der Richtung des Abhanges geneigt, die andere horizontal ist (Fig. 153). Befinden sich nun die beladenen Wagen, nebst dem einen Ende des Seils, unten, so hackt man solches an die Wagen; die Trommel wird angeschoben und die Dampf-Maschine in Bewegung gesetzt. Die Trommel dreht sich um, wickelt das Seil auf, und zieht die Wagen in die Höhe. Oben angelangt, hackt man das Seil los; die Wagen setzen ihre Bewegung auf der Plattform noch mit der erlangten Geschwindigkeit in der Bahn rechter Hand fort, und bleiben darauf dort, bis sie ihre Fahrt weiter verfolgen. Während die beladenen Wagen hinauffuhren, sind die leeren Wagen bis unter die Trommel gebracht worden; von da werden sie mit den Händen auf die Plattform der Bahn linkerhand geschoben, welche, um die Bewegung der Wagen zu befördern, ein geringes Gefälle nach dem Abhange hin hat. So wie man das Seil von den beladenen, heraufgekommenen Wagen gelöst hat, hackt man es an die leeren Wagen. Man löst die Trommel und treibt die leeren Wagen nach dem Abhange hin. Die Schwere zieht sie fort, die Trommel dreht sich frei um die feste Achse, und die Wagen fahren hinunter, das Seil mit sich ziehend.

Wenn ein stärkerer Verkehr auf der Straße eine doppelte Bahn erfordert, so sind zwei Trommeln, d. h. für

jede Bahn eine vorhanden. Sie drehen ſich in einerlei Richtung um; aber um die eine Trommel wickelt ſich das Seil von oben, um die andere von unten. Die Anordnung der Schienen iſt die nämliche, wie bei den Bremsbergen (Fig. 150.)

Statt zweier Trommeln kann man auch, wie bei den Bremsbergen, eine große Rolle machen, welche von der Dampfmaſchine, vermittelſt Winkelräder in Bewegung geſetzt wird. Dieſe einfachere und wohlfeilere Einrichtung erfordert aber, daß die Reibung des Seils auf der Rolle ſtärker ſey, als das Uebergewicht der beladenen Wagen über die leeren, weil ſich ſonſt die Rolle drehen würde, ohne die Wagen und das Seil fortzuziehen.

Iſt das Gefälle des Bahn-Abhanges, oder das Gewicht der herabfahrenden Wagen ſo ſchwach, daß dieſelben das Seil nicht fortziehen können, ſo fügt man zu der obigen Anordnung noch eine große Rolle am Fuße des Abhanges hinzu, um welche ein zweites Seil läuft, deſſen eines Ende an den hinterſten herrauffahrenden Wagen, das andere Ende an den vorderſten leeren Wagen befeſtigt iſt. Vermittelſt dieſes Seils zieht dann die Dampfmaſchine zugleich auch die herabfahrenden Wagen fort; und zwar wechſelſeitig auf den beiden Bahnen (Fig. 149).

Eine ähnliche Einrichtung findet man, um die beladenen und die leeren Wagen, zugleich oder abgeſondert, auf den Bahn-Abhängen der Straße von St. Helens und des großen Tunnels von Liverpool (Fig. 154.) herauf- oder herabzuziehen. Ein Seil ohne Ende, welches wir, als von einem Punkt O ausgehend betrachten wollen, iſt mitten auf eine der beiden Bahnen gelegt, geht unter der Erde und nach M fort, und umſchließt bis K einen Theil der obern Kehle einer Rolle B mit zwei Rinnen von $9^1/_2$ Fuß im Durchmeſſer. Von K läuft das Seil nach R, in die obere Rinne der Rolle C, welche zwei Rinnen von $6^2/_3$ Fuß im Durchmeſſer hat; von R läuft es nach S und darauf halb um die Rolle D, von gleichem Durchmeſſer wie C. Von I kommt es, in den untern Rinnen der Rollen C und B, nach N und G zurück, diagonal

seine erste Richtung kreuzend, umfängt die Rolle R von G nach T, läuft über die Oberfläche des Bodens hin, folgt der Mittel-Linie der zweiten Bahn, geht unter die Erde am Fuße des Abhanges, kommt, nachdem es den halben Umfang H P der Rolle A, von 9½ Fuß Durchmesser, umgeben hat, wieder hervor, und gelangt so endlich wieder nach O. Dieses Seil, dessen Länge mit dem Feuchtigkeitsgrade der Luft und durch den Gebrauch veränderlich ist, wird durch ein Gegengewicht E, welches in eine Grube hinabsteigen kann, in stets gleicher Spannung erhalten. Vermittelst der verticalen Rolle U wirkt es auf den Mittelpunkt der Rolle D, die, auf einem Wagen befestigt, der auf den Schienen rollt, allen Verlängerungen und Verkürzungen des Seils folgt. Eine auf dem Gipfel der Rampe stehende Dampfmaschine, dreht die Rolle B vermittelst konischer Räderwerke um. Dadurch bekommt das Seil, dessen Reibung durch das beschriebene System von Rollen sehr vergrößert wird, eine stetige Bewegung, und zwar auf den beiden Bahnen in entgegengesetzter Richtung. Um einen Wagenzug herauf zu ziehen, dient ein anderes, kleineres Seil, dessen eines Ende an dem ersten heraufahrenden Wagen befestigt ist, während das andere, umgeben und stark gepreßt von dem großen Seile, daran durch die Reibung festhält und deßhalb seiner Bewegung folgt.

Wenn in der Linie einer Eisenbahn eine Anhöhe liegt, deren Gipfel schmal genug und deren Abhänge stark genug sind, daß die leeren Wagen das Seil herabzuziehen vermögen, so ist nur eine, von einer Dampfmaschine in Bewegung zu setzende, Trommel nöthig. Hat die Straße in diesem Falle nun eine Bahn, so legt man zwei Bahnen, nämlich auf jede Seite der Anhöhe, am Fuße derselben, eine; auf die Abhänge selbst aber nur eine Bahn, und auf den Gipfel wieder zwei Bahnen, mit geringen Gefällen in entgegengesetzter Richtung. Befindet sich nun ein Wagenzug an dem einen Fuß der Anhöhe, wohin das Seilende hinabgezogen worden, so hackt man es an den ersten der heraufzuziehenden Wagen. Die Trommel wird eingeschoben, und man läßt die Dampf-

maſchine die Wagen heraufziehen. Sowie dieſelben aber angelangt ſind, hält man die Maſchine an und hackt das Seil los; die Wagen werden mit den Händen fortgeſchoben und rollen nun, mit Hülfe des ſchwachen Gefälles, auf dem Gipfel leicht bis zum Anfange des andern Bahn-Abhanges fort. Während ihrer Bewegung dorthin, die mit geringer Geſchwindigkeit erfolgt, hackt man das heraufgezogene Ende des Seils an den hinterſten Wagen, löſet die Trommel, und treibt vollends den Wagenzug nach dem Anfange des andern Abhanges, auf welchem nun die Wagen hinabrollen, und das Seil mit ſich fortziehen, welches ſich von der frei auf der Welle ſich drehenden Trommel abwickelt. Hat die Straße eine doppelte Bahn, ſo müſſen zwei Trommeln vorhanden ſeyn. Die Schienen werden dann auf den Abhängen ſo gelegt, wie in dem Falle, wenn die Abhänge ſelbſtwirkend ſind.

Man kann auch der Wirkung der Dampfmaſchine diejenige des Gewichtes der hinabfahrenden Wagen zu Hülfe kommen laſſen: auf die Weiſe, wie es auf der doppelten Bahn zu Brüſſelton geſchieht. Einer der Bahn-Abhänge daſelbſt iſt 422⅔ Ruthen lang und hat 1 auf 33 Gefälle; der andere iſt 200 Ruthen lang, und hat 1 auf 30½ Gefälle; der Gipfel der Anhöhe iſt ungefähr 26½ Ruthen lang. Am Fuße der Rampen und auf dem Gipfel befinden ſich zwei Bahnen mit ſchwachen, entgegengeſetzten Gefällen (Fig. 152). Auf den Abhängen ſelbſt iſt die Bahn nur einfach. Die Bahn auf dem kürzern Abhange bildet beinahe einen Kreisbogen, von etwa 207 Ruthen Halbmeſſer. Der längere Abhang, der nach den Bergwerken zu liegt, wird immer von beladenen Wagen beſtiegen, und leere Wagen fahren denſelben hinab. Auf dem kürzeren Abhange verhält es ſich umgekehrt. Zwei Trommeln, auf einer und derſelben gußeiſernen Achſe von 9⅔ Zoll Durchmeſſer unverſchiebbar befeſtigt, werden durch eine Dampfmaſchine von 60 Pferden Kraft, die in der Mitte des Gipfels ſteht, in Bewegung geſetzt. Die eine Trommel, 13 Fuß 9½ Zoll im Durchmeſſer, correſpondirt mit dem längern, die andere, 6 Fuß 4½ Zoll im Durchmeſſer, mit dem

kürzern Abhange. Die Umfänge der Trommeln verhalten ſich ungefähr, wie die Länge der Abhänge, damit die Wagen dieſe Länge in gleichen Zeiten durchlaufen können. Die Trommeln drehen ſich nach einerlei Richtung um; aber während ſich das Seil auf die eine aufwickelt, wickelt es ſich von der andern ab. Die Geſchwindigkeit kann vermittelſt einer, mit der Trommel concentriſchen Hemmung von 20 Fuß 8 Zoll im Durchmeſſer, ermäßigt werden. So wie nun ein Zug von 12 Wagen den einen Abhang erſteigt, fährt ein gleicher Zug von 12 andern Wagen den andern Abhang hinab. Wenn der zweite am Fuße des Abhanges angelangt iſt, befindet ſich der erſte am Gipfel, in H. Von da treibt man ihn, mit Hülfe des ſchwachen Gefälles der Bahn H B, und nachdem das große Seil abgehackt worden, leicht mit den Händen nach B C, wo er ſtehen bleibt. Nun wird das abgehackte große Seil an den hinterſten der 12 leeren Wagen befeſtigt, die während der vorigen Bewegung in D E geſtanden haben; das Ende des herabgezogenen kleinen Seiles aber wird an den vorderſten der 12 anderen leeren Wagen gehackt, welche hinaufgezogen werden ſollen. Man ſchiebt den Wagenzug D E nach dem Anfange des großen Abhanges, ſetzt die Dampfmaſchine in Bewegung, und ſchafft ſo die 12 leeren Wagen den obigen Abhang hinab, während die 12 andern den kleinen Abhang heraufgezogen werden. Nachdem dieſe letztern in G angelangt ſind, während die erſten nach dem Fuße des längern Abhanges kamen, ſchiebt man die Wagen, mit Hülfe des ſchwachen Gefälles G E und nachdem die Maſchine angehalten und das kleine Seil gelöſet worden iſt, mit den Händen leicht nach D E, wo ſie bis zur Fortſetzung ihrer Fahrt warten. Das abgehackte Ende des kleinen Seils wird an den letzten der 12 Wagen gehängt, die in B C geblieben waren. Das herabgezogene Ende des großen Seils aber wird an den vorderſten derjenigen 12 Wagen gehackt, die heraufgezogen werden ſollen. Man ſchiebt den Wagenzug B C nach dem Anfange des kürzeren Bahn-Abhanges, ſetzt die Dampfmaſchine in Bewegung, und die 12 beladenen Wagen fahren

den kürzeren Abhang hinab, während die 12 anderen den längern Abhang hinaufgezogen werden. So geht es wechselseitig weiter.

Herr Minard hat beobachtet, daß zu Brüsselton 12 Wagen, mit einer Geschwindigkeit von etwa 9¼ Fuß, den längern Abhang hinauf gezogen wurden. Zum Ab- und Anhacken der Seile waren etwa 3 Minuten Zeit erforderlich; also können täglich in 12 Stunden, etwa 30 Auf- und Abfahrten gemacht werden; was auch ungefähr dem Verkehr auf der Darlingtoner Straße entspricht, der jetzt jährlich aus 8 bis 10 hunderttausend Zentner Steinkohlen bestehen soll.

Wenn man zwei ganz gleiche Abhänge und zwei gleiche Trommeln annimmt, und von dem Gewichte der Seile abstrahirt, so wird in jedem Augenblicke der Bewegung das Gleichgewicht stattfinden, und es wird kein anderer Widerstand, als der der Reibung, zu überwinden seyn; allein dieser Widerstand kann gleichwohl sehr beträchtlich seyn. Auf der Straße von Roaune, wo man bei den Abhängen von Nullize, die ungefähr in dem angenommenen Falle sind, mit einem Roßwerke auszureichen gedachte, hat man müssen eine Dampfmaschine von 25 Pferden Kraft ausstellen.

Wäre die Neigung nicht so stark, daß das Seil von den leeren Wagen hinabgezogen werden kann, so müßte man am Fuße der Abhänge große horizontale Rollen anbringen, mit einem dritten Seil, welches an den vordersten hinabfahrenden und an den hintersten herauffahrenden Wagen befestigt werden müßte.

Bei allen Abhängen ist es unumgänglich nothwendig, daß man die ganze Bewegung, vom Gipfel aus bis unten zu, übersehen könne, damit man die Bewegung nicht eher beginnen lasse, als bis alles dazu vorbereitet ist. Zu dem Ende giebt man mit einer am Fuße der Abhänge errichteten Art von Telegraphen Zeichen, und wenn, wegen zwischen liegender Hindernisse, diese Zeichen nicht gesehen werden könnten, giebt man das Signal durch einen Drahtzug mit Glocke.

So lassen sich starke Abhänge übersteigen. Auf folgende Weise lassen sich durch feststehende Dampfmaschinen die Fuhrwerke auf der ganzen Linie einer Eisenbahn fortschaffen.

Man theilt die Linie in einzelne Strecken von 530 bis 664 Ruthen lang, und setzt auf jede Strecke eine Dampfmaschine. Gesetzt, die Straße habe nur eine Bahn, und es seyen A B C (Fig. 151) drei Stationen, mit doppelter Bahn und drei Maschinen: so dreht jede Maschine zwei Trommeln, die auf einer und derselben Welle stecken. Jeder Wagenzug wird vorn von einem Seile gezogen und zieht ein Seil hinter sich. Es seyen D und E zwei Wagenzüge, die entgegengesetzter Richtung fahren. D nach der Richtung des Pfeils, wird durch das vordere Seil G und durch die Trommel S gezogen, die in B eingeschoben ist; zugleich zieht dieser Wagenzug das hintere Seil F, welches sich von der Trommel U abwickelt, die von der Maschine A abgelöset ist. In m angelangt, ändert sich die Bahn und geht nach n o, wo man die Seile hinten und vorn löset; der Wagenzug wird nun mit den Händen von o nach y geschoben, wo sich ein schwaches Gefälle befindet. In y hält man an. Ein anderer Wagenzug E durch das vordere Seil h und die eingeschobene Trommel T gezogen, zieht das hintere Seil i fort, welches sich von der gelöseten Trommel z abwickelt. So wie der Wagenzug nach p kommt, hackt man beide Seile los; der Zug gelangt auf die andere Bahn und rollt von selbst hinab, oder wird mit den Händen von p nach e k geschoben, wo sich ein schwaches Gefälle befindet. Er bleibt darauf in e k. Nun wird das Seil r hinten an den Zug D befestigt, der in y geblieben war und das Seil i vorn an denselben. Die Trommel T wird von der Maschine B gelöset und die wieder angeschobene Trommel z zieht den Wagenzug D nach sich. Ebenso wird das Seil g hinten an den Wagenzug E befestigt, der in e k geblieben war und das Seil F vorn an denselben. Die Trommel S wird von der Wirkung der Maschine B abgelöst; U wird für die Maschine A eingeschoben, und zieht so den Wagenzug E nach sich. Die beiden Wagenzüge werden so immer weiter

ſich entfernen, durch die zuſammengeſetzte Wirkung anderer Maſchinen über A und C hinaus, während andere ankommende Züge jener in der Station B begegnen.

Dieſes iſt das Bewegungs-Syſtem, welches man reciprocating nennt, von den einander entgegengeſetzter Wirkungen der Trommeln.

Anſtatt die beiden Trommeln jeder Maſchine, eine nach der andern, ſich bewegen zu laſſen, kann man ſie auch zugleich in Bewegung ſetzen. So können die Trommeln S und T zugleich die Wagenzüge E und D nach ſich ziehen, an welche immer 2 Seile f und i hinten angehängt ſind, welche ihnen folgen. Dieſe Wagenzüge begegnen ſich dann unter den Trommeln der Maſchine B. Man löſet alle Seile, das hintere Seil eines Zuges wird zum vordern eines andern. Die Trommeln S und T werden beide gelöſet, die eingeſchobenen Trommeln U und Z werden in Bewegung geſetzt, und ziehen den Zug E nach A und den Zug D nach C; die Maſchine B bleibt unthätig. Dieſes Syſtem erfordert kräftigere Maſchinen.

Die eine und die andere Art haben ihre Uebelſtände. Bei erſter Art muß jeder Wagenzug einen andern erwarten; bei der zweiten bewegen ſich die Züge zwar immer fort, aber es bleiben ſtärkere Maſchinen unthätig.

Bei dem wechſelwirkenden Syſteme liegt immer ein Seil auf der Mittellinie der Schienenbahn; und wo die Eiſenbahn einer Heerſtraße begegnet, muß das Seil gegen die Räder der Wagen und die Füße der Pferde geſichert werden. Zu dem Ende läßt man es in einer Art von hölzernem oder eiſernen Gerinne (buse) laufen, deſſen Obertheil auf Angeln ſich dreht. Ein Knabe, der beſtändig dieſe Leitung öffnet und verſchließt, zeigt es den Vorüberfahrenden an, wenn ein Wagenzug anlangt.

Die feſtſtehenden Maſchinen auf Eiſenbahnen haben gewöhnlich hohen Druck, ohne Niederſchlag der Dämpfe. Die Bewegung der Wagen erfordert, daß die Maſchine mit Unterbrechungen wirke, und ſie bei dem Anfange der Bewegung

stärker. Die Maschinen mit Niederschlag der Dämpfe, die erst nach einigen Momenten stärkere Luft entwickeln, scheinen also für die Bewegung der Wagen auf Bahn-Abhängen weniger geeignet.

Uebrigens bezieht sich alles, was hier von feststehenden Dampfmaschinen und Bahn-Abhängen gesagt ist, nur auf Straßen, auf welchen nicht mit großer Geschwindigkeit gefahren wird. Eben so verhält es sich bei dem wechselwirkenden Systeme, wo die Wagen immer nur $9\frac{1}{2}$ bis $12\frac{3}{4}$ Fuß Geschwindigkeit haben.

Folgendes sind die Wirkungen einiger feststehenden Dampfmaschinen auf Bahn-Abhängen.

Straßen.	Kraft der Maschine	des Bahn-Abhanges		Durchmesser des Seils		Gewöhnliche Bewegung	
		Länge	Gefälle			Gewicht der beladenen Wagen	Mittlere Geschwindigkeit
	Pferde.	Ruthen.		Zoll.	Linien.	Zentner.	Fuß.
Liverpool St. Helen	50	478	1 auf 46	1	$9\frac{1}{2}$	4851	$12\frac{1}{2}$
Runcorn	40	106	1 „ 30	1	$9\frac{1}{2}$	4657	$5\frac{1}{4}$
Canterbury	25	797	1 „ 76	1	$7\frac{3}{4}$	7761	8^{5}
ddo.	25	427	1 „ 41	1	$7\frac{3}{4}$	3260	$11\frac{1}{2}$
Ivry (Epinac)	25	80	1 „ $8\frac{1}{2}$	3	$\begin{cases} 10 \\ 9\frac{1}{4} \end{cases}$	2095	$1^{s}\frac{1}{4}$

Man muß ungefähr 3 Minuten Zeitverlust zwischen jedem Ende und Wiederanfange der Bewegung rechnen. Die Maschinen von Liverpool können bis 7760 Zentner hinaufziehen; die von St. Helene bis 6210 Zentner; die von Ivry 2794 Zentner. Auf diesem letzten Bahn-Abhange ist das Seil platt.

Neuntes Kapitel.

Von den undulirenden oder wellenförmigen Eisenbahnen. [1])

Großes Aufsehen unter den Mechanikern und Nichtmechanikern Englands hat in der neuesten Zeit die von Richard Badnall dem Jüngern, zu Douglas, auf der Insel Man erfundene, undulirende Eisenbahn gemacht, die sich sowohl auf sogenannten Kanten als auch auf Randschienen anwenden läßt. Diese Erfindung läßt sich am Besten durch die Betrachtung der Schwingungen eines Pendels versinnlichen. Wenn ein, mittelst einer Schnur von dem Punkte 2, Fig. 164 herabhängendes Blei aus der senkrechten Linie bis zum Punkte a gezogen und dort frei gelassen, so wird dasselbe in Folge seiner eigenen Schwere in dem Bogen a b bis zu dem Punkte b fallen; es wird aber bei diesem Falle zugleich auch ein solches Bewegungsmoment erlangt haben, daß es durch dieses auf der entgegengesetzten Seite eben so hoch, d. h. bis zum Punkte c getrieben wird. Nimmt man nun an, daß von den Gipfeln zweier Berge herab durch ein Thal, ein Schienenweg oder eine Eisenbahn auf solche Art geführt sey, daß der Abfall von dem Gipfel a Fig. 165 bis in das Thal b denselben Winkel mit einer horizontalen Linie bilde, wie ihn die auf der andern Seite von b bis c emporsteigende Bahn bildet, so wird ein Wagen d, der sich auf dem Scheitel des Abhanges bei a befindet, blos durch seine eigene Schwere auf der Eisenbahn bis zu dem Punkte b hinablaufen und dadurch nach den Gesetzen der Pendelschwingungen ein solches Bewegungsmoment erlangen, daß er ohne weitere Kraftanwendung auf der andern Seite bis zum Scheitel des

[1]) Nach Biots Eisenbahnwerk.

Hügels c, deſſen Höhe jener des Hügels a gleich iſt, hinaufläuft.

Dies würde, den allgemein bekannten phyſikaliſchen Geſetzen gemäß, ganz zuverläſſig geſchehen, wenn das Bewegungsmoment nicht durch die Reibung der Wagenräder an ihren Achſen und an den Schienen, auf denen ſie laufen, ein Hinderniß erführe. Zieht man nun dieſe Reibung als aufhaltende Kraft von dem Bewegungsmomente ab, welches der Wagen durch das Herablaufen von a bis b erhielt, ſo wird man finden, daß dieſes Bewegungsmoment den Wagen nicht von b bis c, ſondern blos bis z treiben wird.

Herr Badnall drückt ſich hierüber folgendermaßen aus: Man wird hieraus ſehen, daß der Wagen d nicht blos in Folge ſeiner eigenen Schwere von a bis b herabgelangen wird, ſondern daß er durch das Bewegungsmoment, welches er durch dieſes Herabrollen erhält auf der entgegengeſetzten Seite ohne alle Mithülfe irgend einer Triebkraft bis zum Punkte z emporgetrieben werden wird. Um daher den Wagen vollends bis auf den Gipfel des zweiten Hügels, d. h. bis c zu treiben, iſt blos eine ſolche Triebkraft nöthig, welche den Wagen von z bis c zu treiben im Stande iſt, ſo daß alſo auf dieſe Weiſe alle die Kraft erſpart wird, die zum Treiben des Wagens von a bis z erforderlich wäre.

Wird nun eine geringe oder ſchwache Triebkraft angewendet, um dieſen Wagen von a bis b zu ſchaffen, ſo erzielt man auf dieſe Weiſe ein größeres Bewegungsmoment, als ſich aus dem Herabrollen des Wagens in Folge ſeiner eigenen Schwere ergeben würde, und man iſt daher im Stande, den Hügel b c zu erreichen, nachdem man die ganze Strecke von b bis c auf der wellenförmigen Eiſenbahn mit Hülfe einer weit geringern Triebkraft zurückgelegt hat, als nöthig wäre, um den Wagen auf einer vollkommen horizontalen Fläche eine gleiche Strecke weiter zu treiben.

Nach dieſer Auseinanderſetzung der Grundſätze, auf welchen Badnals undulirende Eiſenbahn beruht, iſt nur noch zu bemerken, daß die Theorie dieſer Eiſenbahn durch

einige Verſuche, die der Erfinder mit einem kleinen Modelle aufſtellte, ſich als ſehr gut bewährt hat. Er hat ſie in einer kürzlich erſchienenen Schrift öffentlich mitgetheilt.[1]) Herr Badnall hält ſich für überzeugt, daß die gekrümmten oder wellenförmigen Eiſenbahnen, ſowohl auf ebenen, als auch auf ſchiefen Flächen unzweifelbare und unwandelbare Vorzüge vor den horizontalen Bahnen voraushaben, und er ſchätzt den angeſtellten Verſuchen zufolge, den Gewinn an Zeit auf die Hälfte, und jenen an Gewicht auf das doppelte der Kraft. Die theoretiſche Darſtellung der Vortheile dieſer Art von Eiſenbahnen giebt es auf folgende Weiſe:

Es ſey die Linie E A in Fig. 166 eine horizontale, A B eine bergabſteigende Eiſenbahn, auf welchen Bahnen ſich die drei Räder W W W befinden.

1. Der Betrag der Reibung, die durch den Druck des Rades W auf die Fläche E A hervorgebracht wird, ſteht nun in genauem Verhältniſſe mit deſſen Gewicht, oder mit dem Gewichte irgend eines auf demſelben ruhenden Fuhrwerkes; und von dieſem Gewichte hängt auch der Betrag der Reibung ab, welche durch die Umdrehung der Achſe innerhalb der Nabe oder des Cylinders, in welchem ſie ſich bewegt, bewirkt wird. Die Urſache, warum der Betrag der Reibung oder Abreibung mit dem Gewichte des Fuhrwerkes im Verhältniſſe ſteht, beruht darauf, daß wenn C die Achſe oder der Mittelpunkt des Rades iſt, die ſenkrechte Linie C G die Schwerlinie vorſtellt. An einer horizontalen Eiſenbahn ſtimmen alſo, obſchon ſie davon abhängen, der Druck auf die Schienen und der Betrag der durch dieſen Druck erzeugten Achſenreibung genau mit dem Gewichte der Wagen und der Laſt überein, und wird

---

1) A treatise on Railway-Improvements explanatory of the chief difficulties and inconveniences, which at present attend the general adoption of Railways and the means, by which these objections may be overcome, as proved by a series of interesting experements etc. By Richard Badnall London 1833.

zur Ueberwältigung dieſes Druckes und dieſer Reibung eine Triebkraft angewendet, und dadurch ein maximum von Geſchwindigkeit erreicht, ſo bleibt dieſe Geſchwindigkeit (wenn die Kraft unterhalten wird) durch Räume und Zeiten gleich, nur der Druck und die Reibung bilden eine, einen gleichförmigen Widerſtand leiſtende Kraft. Ueberdies ſtimmt der Betrag einer Laſt, die irgend ein locomotives Fuhrwerk fortzuſchaffen im Stande iſt, genau mit dem Betrage ſeines Druckes auf die Schienen oder Achſen, oder mit andern Worten auf die Achſenreibung überein.

2. Nehmen wir nun an, das Rad W ſoll von A nach B gelangen. Von dem Punkte A aus bis T würde ein Körper offenbar nach den Geſetzen fallen, nach welchen Körper ſenkrecht fallen; zieht man aber auf die Linie A B die ſenkrechte V T, ſo wird der Körper in derſelben Zeit auf der ſchiefen Ebene von A bis V hinabgelangen, in der er ſenkrecht von A bis T fallen würde. Die Schwerkraft, in Folge welcher der Körper dies vollbringt, indem ſie auf dem ganzen Abfalle von A bis B gleichmäßig wirkt, muß eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung haben, und in Folge dieſer wird bei der Ankunft des Wagens am Punkte B die Geſchwindigkeit mathematiſch genau ſo groß ſeyn, als ſie ſeyn würde, wenn derſelbe ſenkrecht von A bis T gefallen wäre. Was nun die Größe der Schwerkraft, oder die Urſache betrifft, durch welche das Rad W auf der ſchiefen Fläche A B herabgetrieben wird, ſo ergiebt ſich dieſelbe leicht aus einem Blicke auf das Paralellogram D C P G. Hier iſt nämlich die Diagonale C G die Schwerlinie, C P die Linie, die den Grad des Druckes auf die Schiene vorſtellt, und C D die Bewegungs-Linie; d. h. die Linie, oder die Schwerkraft C G wird, ſtatt daß ſie ſenkrecht und mit voller Intenſität auf die Schiene, wie auf die Linie E A wirkt, in 2 getrennte und verſchiedene Kräfte, nämlich in C D und C P getheilt, von denen, wenn man ſich ſo ausdrücken darf, letztere das Rad in ſeinem Gange aufzuhalten ſucht, während erſtere daſſelbe mit aller Kraft vorwärts zu treiben ſtrebt. So wie ſich nun C D zu C P

verhält, eben ſo verhält ſich die eine dieſer Kräfte genau zur andern, und wenn daher der Wagen oder das Rad 5 Tonnen wiegt, während C D ein Fünftel der Kraft beträgt, ſo wird C P der Druck auf die Schienen, von 5 Tonnen bis auf 4 Tonnen vermindert, und zwar nicht blos vermindert, ſondern die auf dieſe Weiſe erſparte oder gewonnene Kraft wird ſogar thätig zur Ueberwindung des von C P geleiſteten Widerſtandes verwendet.

Unter dieſen Umſtänden wird die Bewegung eines Wagens, der durch ſeine eigene Schwere auf der ſchiefen Ebene A B herabrollt, beginnen, bis derſelbe, wie bereits bemerkt worden, wenn er in B gelangt, dieſelbe Geſchwindigkeit erreicht hat, die er erreicht haben würde, wenn er ſenkrecht von A bis T herabgefallen wäre. Wird nun aber zur Unterſtützung der Schwerkraft fortwährend eine Triebkraft angewendet, ſo würde das Herabgleiten eines Körpers auf dieſem Abhange das Reſultat dieſer beiden vereinigten Kräfte ſeyn, ſo würde das Herabgleiten doch in Bezug auf Räume und Zeiten mit den Geſetzen des Falles im übereinſtimmenden Verhältniſſe ſtehen.

3. Nehmen wir nun aber an, es ſoll ein bei B ſtillſtehender Wagen W an die Stelle getrieben werden, auf welcher er in der Zeichnung auf der ſchiefen Fläche B E abgebildet iſt, ſo wird, da der Winkel F E B dem Winkel F A B gleich iſt, und da nach Ziehung der Schwerlinie C G das Parallelllogramm C D G P genau jenem gleich iſt, welches auf der nebenſtehenden abſteigenden Fläche beſchrieben iſt, C P die Linie ſeyn, die den Druck auf die Schienen und C D jene Linie, die die Kraft ausdrückt, welche dieſem Drucke widerſtrebt. Hieraus erhellt alſo offenbar, daß der Wagen gegen B zurückrollen wird, ausgenommen, dies wird durch eine größere Kraft als C D iſt, verhindert; daß er aber, wenn ihm eine regelmäßige und größere Kraft, die wir die Triebkraft nennen wollen, entgegengeſetzt wird, nothwendig allmählig und mit gleichförmiger Geſchwindigkeit auf der Fläche B E emporſteigen muß, und zwar in gleichen Zeiten

durch gleiche Räume. Denn da der Kraft C D, die einen Theil der durch C G dargestellten Schwerkraft ausmacht, eine Kraft entgegenwirkt, die größer ist, als sie selbst, so wird dieselbe in diesem Falle nicht als eine gleichmäßig aufhaltende oder verspätende, sondern blos als eine gleichmäßig entgegenwirkende Kraft wirken. Man wird ferner sehen, daß der Druck auf den Schienen und folglich der Betrag der Reibung die ganze aufsteigende Fläche entlang, genau eben derselbe ist, wie auf der absteigenden Fläche A B, d. h. um so viel geringer, als auf der horizontalen Linie E A, als das Verhältniß der Linie C D zu D G beträgt.

4. Um jedoch den Vortheil, der sich aus der Annahme einer wellenförmigen Eisenbahn ergeben würde, zu beweisen, dürfen wir nicht annehmen, daß der Wagen bei B still stehe, oder vielmehr, daß derselbe, blos in Folge seiner Schwere allein, so weit auf der wellenförmigen Linie A B E fortrollt, als es möglich ist.

Der Wagen wird also, wie bereits oben gesagt worden, nach den Gesetzen der Schwere von A bis B herabgelangen und an diesem Punkte seine größte Geschwindigkeit und folglich sein größtes Bewegungsmoment erlangt haben. Er wird nicht an der aufsteigenden Fläche B E offenbar so lange aufwärts rollen, als die Kraft des Bewegungsmoments größer ist, als die Kraft C D. So wie aber die Kraft dieses Bewegungsmomentes, welche in diesem Falle eine gleichförmig aufhaltende, oder verspätende Kraft ist, geringer wird, als die Kraft C D, wird letztere wieder die wirksamere seyn, so daß der Wagen W wieder herabrollen und an dem Punkte B stillstehen wird. Gesetzt jedoch, das durch das Herabgleiten auf B gewonnene Bewegungsmoment sey hinreichend, um den Wagen auf der aufsteigenden Fläche bis zu dem Punkte H hinauf zu treiben, so ist offenbar, daß wenn eine solche Kraft angewendet werden könnte, die C D zu überwinden im Stande wäre, die aufsteigende Strecke H E in viel kürzerer Zeit, mit weniger Umdrehungen der Räder und der Achsen und mit viel geringerem Kraftaufwande zurückgelegt

werden könnte, als erforderlich wäre, wenn die ganze aufsteigende Fläche B E nach der in 3 angegebenen Weise erklimmt werden müßte.

Wir wollen nun annehmen, daß eine der Kraft C D gleichkommende Aushülfskraft angewendet wird, um den Wagen W durch die Wellenlinie A B E zu treiben, und daß diese Kraft an dem Punkte B entzogen wird.

Hieraus folgt also offenbar, daß, da die Schwere allein schon den Wagen auf der aufsteigenden Fläche bis H, d. h. über die Mitte desselben emportrieb, um, wo eine doppelte Kraft angewendet wird, bei dem Punkte B auch ein doppeltes Bewegungsmoment als Resultat zum Vorschein kommen müsse, so daß die ganze aufsteigende Fläche B E entlang der Kraft C D hinreichender Widerstand entgegengesetzt wird. Wenn nun dies richtig ist, um wie viel leichter wird diese Kraft C D noch überwunden werden, wenn die Aushülfskraft auf der ganzen aufsteigenden Fläche B E unterhalten wird.

Es scheint also durch dieses Raisonnement eben so unbestreitbar, wie durch die angestellten Versuche erwiesen, daß jede gegebene Last auf einer gekrümmten oder wellenförmigen Bahn nicht nur in weit kürzerer Zeit, als auf einer horizontalen, oder daß eine weit größere Last nicht nur innerhalb derselben Zeit fortgeschafft werden kann, sondern daß selbst Lasten, welche auf der horizontalen Fläche E A durch eine Triebkraft bewegt werden konnten, durch ihre eigene Schwere und mit Hülfe einer andern Kraft mit Leichtigkeit auf der Fläche A B hinabgleiten und auf der Fläche B E wieder emporsteigen können. Eben so offenbar wird es auch ferner noch seyn, daß, welche Kraft auch bei der Ankunft an dem Punkte E übrig bleiben wird, diese Kraft zum Erklimmen der weitern schiefen Fläche E I verwendet werden wird, und daß zu diesem Ueberschuß auch die fortwährend zur Ueberwindung von C D angewendete Kraft hinzugezählt werden müße.

5. Zu bemerken ist, daß, obschon sich die verfügbare Schwerkraft im Gegensatz zum Drucke, nur wie C D zu C P

verhält, dies doch kein Criterium der Größe des Gewinnes an Geschwindigkeit abgiebt. Man kann in der That auch eben so gut sagen, daß C D die Ersparniß an Reibung vorstelle; in welchem Lichte dies auch betrachtet werden mag, so ist so viel gewiß, daß es den ganzen Abhang entlang eine constante und gleiche Kraft vorstellt. Die Räume über die der Wagen in Folge dieser Kraft den Abhang hinab durchläuft, sind jedoch in gleichen Zeiträumen nicht gleich, sondern sie verhalten sich, wegen der vermehrten Geschwindigkeit, wie die Quadraten der Zeiten.

Setzen wir z. B. A V betrage 10 Yards, oder 30 Fuß, der Wagen brauche eine Secunde, um V zu erreichen, und derselbe Raum würde auf der horizontalen Bahn von dem Wagen bei dem Maximum der Geschwindigkeit eben derselben Zeit durchlaufen, so wird der Wagen auf letzterer Bahn in 3 Minuten 30 Yards zurücklegen, während er die Linie A B hinab 90 Yards in 3 Minuten durchlaufen wird, denn $3 + 3 + 10 = 90$. Und diese Geschwindigkeit wird, obschon sie auf der aufsteigenden Bahn retradirt, wenn sie durch eine Kraft unterstützt wird, die der, auf der horizontalen Bahn angewendeten gleich ist, doch so unterhalten werden, daß der Wagen in weit kürzerer Zeit in einer gegebenen Entfernung anlangt, als er diese Entfernung auf der horizontalen Bahn, mit einer Durchschnittslast beladen, zu erreichen im Stande gewesen wäre.

Gesetzt z. B., die horizontale Linie E A sey 175, der Abhang A B 90, und die aufsteigende Fläche wieder 90, die ganze wellenförmige Bahn also 180 Yards lang; gesetzt ferner die angewendete Triebkraft sey hinreichend, um auf beiden Bahnen die Reibung und den Widerstand der Atmosphäre zu überwinden, und um den Wagen auf der Bahn E A mit einem Maximum der Geschwindigkeit von 10 Yards in der Secunde zu bewegen, so ist offenbar, daß der Wagen $17^1/_2$ Secunde gebrauchen wird, um von A bis E zu gelangen, denn $\frac{175}{10} = 17^1/_2$. Wendet man eben

werden könnte, als erforderlich wäre, wenn die ganze aufsteigende Fläche B E nach der in 3 angegebenen Weise erklimmt werden müßte.

Wir wollen nun annehmen, daß eine der Kraft C D gleichkommende Aushülfskraft angewendet wird, um den Wagen W durch die Wellenlinie A B E zu treiben, und daß diese Kraft an dem Punkte B entzogen wird.

Hieraus folgt also offenbar, daß, da die Schwere allein schon den Wagen auf der aufsteigenden Fläche bis H, d. h. über die Mitte desselben emportrieb, um, wo eine doppelte Kraft angewendet wird, bei dem Punkte B auch ein doppeltes Bewegungsmoment als Resultat zum Vorschein kommen müsse, so daß die ganze aufsteigende Fläche B E entlang der Kraft C D hinreichender Widerstand entgegengesetzt wird. Wenn nun dies richtig ist, um wie viel leichter wird diese Kraft C D noch überwunden werden, wenn die Aushülfskraft auf der ganzen aufsteigenden Fläche B E unterhalten wird.

Es scheint also durch dieses Raisonnement eben so unbestreitbar, wie durch die angestellten Versuche erwiesen, daß jede gegebene Last auf einer gekrümmten oder wellenförmigen Bahn nicht nur in weit kürzerer Zeit, als auf einer horizontalen, oder daß eine weit größere Last nicht nur innerhalb derselben Zeit fortgeschafft werden kann, sondern daß selbst Lasten, welche auf der horizontalen Fläche E A durch eine Triebkraft bewegt werden konnten, durch ihre eigene Schwere und mit Hülfe einer andern Kraft mit Leichtigkeit auf der Fläche A B hinabgleiten und auf der Fläche B E wieder emporsteigen können. Eben so offenbar wird es auch ferner noch seyn, daß, welche Kraft auch bei der Ankunft an dem Punkte E übrig bleiben wird, diese Kraft zum Erklimmen der weiteren schiefen Fläche E I verwendet werden wird, und daß zu diesem Ueberschuß auch die fortwährend zur Ueberwindung von C D angewendete Kraft hinzugezählt werden müße.

5. Zu bemerken ist, daß, obschon sich die verfügbare Schwerkraft im Gegensatz zum Drucke, nur wie C D zu C P

verhält, dies doch kein Criterium der Größe des Gewinnes an Geschwindigkeit abgiebt. Man kann in der That auch eben so gut sagen, daß C D die Ersparniß an Reibung vorstelle; in welchem Lichte dies auch betrachtet werden mag, so ist so viel gewiß, daß es den ganzen Abhang entlang eine constante und gleiche Kraft vorstellt. Die Räume über die der Wagen in Folge dieser Kraft den Abhang hinab durchläuft, sind jedoch in gleichen Zeiträumen nicht gleich, sondern sie verhalten sich, wegen der vermehrten Geschwindigkeit, wie die Quadraten der Zeiten.

Setzen wir z. B. A V betrage 10 Yards, oder 30 Fuß, der Wagen brauche eine Secunde, um V zu erreichen, und derselbe Raum würde auf der horizontalen Bahn von dem Wagen bei dem Maximum der Geschwindigkeit eben derselben Zeit durchlaufen, so wird der Wagen auf letzterer Bahn in 3 Minuten 30 Yards zurücklegen, während er die Linie A B hinab 90 Yards in 3 Minuten durchlaufen wird, denn $3 + 3 + 10 = 90$. Und diese Geschwindigkeit wird, obschon sie auf der aufsteigenden Bahn retradirt, wenn sie durch eine Kraft unterstützt wird, die der, auf der horizontalen Bahn angewendeten gleich ist, doch so unterhalten werden, daß der Wagen in weit kürzerer Zeit in einer gegebenen Entfernung anlangt, als er diese Entfernung auf der horizontalen Bahn, mit einer Durchschnittslast beladen, zu erreichen im Stande gewesen wäre.

Gesetzt z. B., die horizontale Linie E A sey 175, der Abhang A B 90, und die aufsteigende Fläche wieder 90, die ganze wellenförmige Bahn also 180 Yards lang; gesetzt ferner die angewendete Triebkraft sey hinreichend, um auf beiden Bahnen die Reibung und den Widerstand der Atmosphäre zu überwinden, und um den Wagen auf der Bahn E A mit einem Maximum der Geschwindigkeit von 10 Yards in der Secunde zu bewegen, so ist offenbar, daß der Wagen $17\frac{1}{2}$ Secunde gebrauchen wird, um von A bis E zu gelangen, denn $\frac{175}{10} = 17\frac{1}{2}$. Wendet man eben

dieſelbe Kraft auf den Wagen an, der die wellenförmige Bahn A B E zu durchlaufen hat, und nimmt man 10 Yards als den Raum an, den der Wagen in der erſten Secunde auf dem Abhange A B durchläuft, ſo iſt offenbar, daß er in 3 Secunden bei B anlangen, oder mit andern Worten, die durch A B bezeichneten 90 Yards zurückgelegt haben wird, indem den Geſetzen des Falles gemäß, $3 + 3 + 10 = 90$ iſt. Dies nun zugegeben und angenommen, die auf dem aufſteigenden Theile der Wellen-Linie angewendete Kraft, ſey eben hinreichend, um die Reibung und den Widerſtand der Atmoſphäre zu überwinden, ſo wird der Wagen natürlich, wie dies durch die Pendelbewegung erwieſen iſt, die aufſteigende Fläche B E genau in derſelben Zeit zurücklegen, die er brauchte, um von A nach B zu gelangen. Wird daher eine gegebene Kraft angewendet, die nicht nur die Reibung und den Widerſtand der Atmoſphäre zu überwinden vermag, ſondern die auch eine Laſt mit einer Geſchwindigkeit von 10 Yards in der erſten Secunde zu treiben im Stande iſt, ſo wird, wenn dieſe Kraft fortwährend gleichmäßig unterhalten wird, die 180 Yards lange wellenförmige Bahn A B E in weniger, denn 6 Secunden durchlaufen werden. Wird hingegen auf der horizontalen Bahn eine Kraft angewendet, die die Reibung und den Widerſtand der Luft zu überwinden, und außerdem eine Laſt mit einem Maximum von der Geſchwindigkeit von 10 Minuten in der erſten Secunde fortzuſchaffen vermag, ſo wird der Wagen zum Zurücklegen dieſer horizontalen Bahn E A von 175 Yards Länge nicht weniger als $17^1/_2$ Secunde brauchen. Wenn man daher das Maximum der Geſchwindigkeit kennt, mit welcher ein Körper auf einer horizontalen Bahn und auf dem abſteigenden Theile einer gegebenen Krümme hinab in der erſten Secunde getrieben werden kann, und wenn die Kraft in beiden Fällen zur Ueberwältigung des Widerſtandes hinreicht, ſo läßt ſich die Zeit, innerhalb welcher jede der beiden Entfernungen durchlaufen werden wird, leicht beſtimmen, wobei der Un-

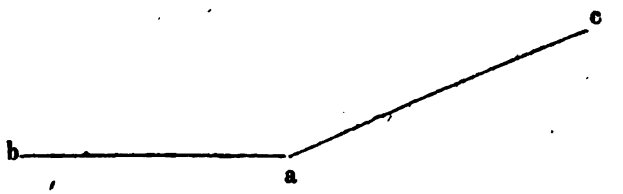
terschied zum Vortheile der Wellenlinie im Vergleiche mit der Länge der horizontalen Linie ausfallen wird.

Man darf jedoch bei diesen Betrachtungen nicht vergessen, daß auf einer wellenförmigen Bahn eine weit größere Last fortgeschafft werden kann, als auf einer horizontalen. Die zu überwindende Achsen- und rollende Reibung ist auf ersterer nothwendig geringer, als auf letzterer, und der Stützpunkt, welcher auf dem absteigenden Theile jeder Wellen-Linie der effectiven Dampfkraft dargeboten wird, ist ein sehr wichtiger und vortheilhafter Umstand. Man wird sehen, daß bei dieser Auseinandersetzung die Geschwindigkeit eines durch eine Krümme laufenden Körpers nach den Gesetzen berechnet ist, nach welchen das Herabgleiten derselben auf einer regelmäßig geneigten Fläche geschehen muß; es wird sich mithin nothwendig einiger Unterschied ergeben, der jedoch keineswegs so wesentlich seyn kann, als daß derselbe hier näher beschrieben werden müßte. — So weit Herr Badnall selbst.

Der Regierungs- und Baurath Herr Umpfenbach in Düsseldorf bemerkt in den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins 1834 4te Lieferung S. 200 ꝛc. ꝛc., über die wellenförmigen Eisenbahnen Folgendes:

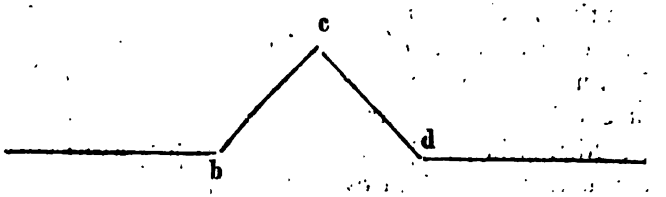
Ein Wagenzug, welcher auf einer horizontalen Eisenbahn durch einen Dampfwagen fortgezogen wird, hat bei dem ersten Anfahren eine sehr geringe Geschwindigkeit, die sich aber schnell vermehrt und nach kurzer Zeit ihr Maximum erreicht. Dieses Maximum der Geschwindigkeit hängt von der Bauart und dem Zustande der Bahn, der Reibung der Achsen und Felgen der Räder, dem Widerstand der Luft und der Masse und Spannung der Dämpfe des Dampfwagens ab, und der Wagenzug wird sich mit dieser Geschwindigkeit so lange gleichförmig fortbewegen, als diese Umstände dieselben bleiben und die Bahn horizontal ist; sie beträgt bekanntlich zwischen 12 — 38 engl. ($3^{1}/_{3}$ bis $9^{1}/_{2}$ preuß.) Meilen in der Stunde.

Dieſe, von der horizontalen Lage der Bahn abhängige, gleichförmige oder Beharrungsgeſchwindigkeit, hatte man bisher als die den größten Nutzeffect hervorbringende angeſehen, und deßwegen namentlich bei Bahnen, auf welchen die Wagen mit großer Geſchwindigkeit bewegt werden ſollten, ſehr beträchtliche Koſten auf die Bereitung möglichſt langer, entweder ganz horizontaler oder gleichmäßig, aber möglichſt ſchwach, geneigter Bahnſtrecken verwendet. Neuerlich iſt aber von Herrn Richard Badnall behauptet worden, daß an Kraft gewonnen würde, wenn man die Bahnen wellenförmig anlegte. Er glaubt dieſes dargethan zu haben, wenn er durch Verſuche beweist, daß ein, von einem Dampfwagen



gezogener Wagenzug, der von a abgehend auf der horinzontalen Bahn a b den Punkt b mit der Beharrungsgeſchwindigkeit erreicht, dann auf der geneigten Ebene b c aufwärts ſo weit fährt, bis die Geſchwindigkeit in dem Punkte c = o wird; demnächſt wird der Wagenzug gewendet, und die geneigte Ebene abwärts vom Dampfwagen gezogen, der Punkt b mit einer größern Geſchwindigkeit erreicht, als die Beharrungsgeſchwindigkeit, mit welcher er vom Punkt b urſprünglich aufwärts gefahren wurde. Daß dieſes wirklich ſtatt finde, hat Herr Badnall allerdings durch mehrere Verſuche, die im Mechaniks-Magazine bekannt gemacht und aus dieſem in Dinglers polytech. Journal (2tem Dezember-Heft 1833 Seite 403 ꝛc. ꝛc., Januar-Heft 1834 Seite 151 ꝛc. ꝛc.) zur Sprache gebracht ſind, nachgewieſen, von welchen ich, der Kürze wegen nur den erſten anführen werde.

Der Dampfwagen Liver, mit einem Zug von 3 Wagen, zusammen 72½ Tonnen schwer, wurde auf einer beinahe horizontalen Strecke der Liverpool-Mancheſter Bahn bei der geneigten Ebene zu Sutton in Bewegung geſetzt, und erreichte den Fuß dieſer Ebene nach einer ¾ Meilen langen Fahrt mit einer Geſchwindigkeit von 12,60 engl. Meilen in der Stunde; er fuhr die geneigte Ebene 278 Yards weit, in 90 Secunden aufwärts, wo die Geſchwindigkeit = O wurde. Umgedreht durchlief der Zug die nämliche Länge von 278 Yards in 50 Secunden, und kam mit einer Geſchwindigkeit von 22,70 Meilen an. Wenden wir dieſes Ergebniß auf eine wellenförmige Bahn an, ſo würde der Wagenzug mit den erwähnten Geſchwindigkeiten die Linie b c



in 90 Secunden aufwärts und die Linie c d in 50 Secunden abwärts durchlaufen haben.

Die Behauptung des Vortheils der Wellen-Linien der Bahn, widerſpricht ſo ſehr allen mechaniſchen Grundſätzen, daß die Richtigkeit ſehr bezweifelt werden mußte, und dies ſcheint der Grund zu ſeyn, warum der Antrag, dieſes Syſtem auf der London-Birmingham-Bahn auszuführen, abgelehnt worden iſt, auch hat Herr Umpfenbach in ſeiner Theorie des Neubaues, der Herſtellung und Unterhaltung der Kunſtſtraßen (Berlin 1830 Seite 283,) für den Fall, daß Räderfuhrwerk durch feſtſtehende Maſchinen bewegt wird, nachgewieſen, daß der Kraftaufwand derſelbe bleibt, wenn das Fuhrwerk die gerade Linie zwiſchen zwei Punkten, oder eine beliebige, beide Punkte verbindende und in der, durch dieſe geführten verticalen Eben liegende, Linie durchläuft, alſo

im günſtigſten Fall kein Vortheil bei der Wahl anderer Gefälle für die Bahnlinie, als das der geraden Linie herauskommt. Viel nachtheiliger ſtellt ſich aber noch die Sache, wenn die Wagen nicht durch feſtſtehende, ſondern durch Locomotivmaſchinen bewegt werden, weil bei dem Aufwärtsfahren, wenn die Geſchwindigkeit nach und nach abnimmt, und der Dampfwagen die Laſt allein fortſchaffen muß, die Räder des Dampfwagens auf den Schienen ſtark gleiten, wodurch die Geſchwindigkeit noch mehr vermindert und dem Effect weſentlich geſchadet wird. Daß das Gleiten der Räder aber nicht etwa nur bei ſtarken Steigungen vorkommt, beweiſen Woods Verſuche, bei denen, wie auch von Oeynhauſen und v. Dechen „Ueber Schienenwege in England," Seite 227 angeführt haben, die Räder eines Dampfwagens, welcher 29 leere Wagen auf einer nur um $^1/_{324}$ geneigte Ebene hinaufzog, bisweilen gleiteten. Dieſe Betrachtung allein dürfte ſchon hinreichen, um darzuthun, daß bei der Wellenform nichts gewonnen werden kann; da man aber auch ſchon in Deutſchland von ihrer Anwendung geſprochen hat, ohne die Richtigkeit der Behauptung des Herrn Badnall weiter zu erörtern, ſo hält es Herr Umpfenbach für nützlich, es auch aus den Verſuchen ſelbſt darzuthun.

Herr Badnall zieht aus mehreren ſeiner Verſuche (S. 105 des erwähnten Heftes des polytech. Journals) das Reſultat: daß der Wagenzug nicht nur den Gipfel einer Höhe, die jener, über die er herabrollte, gleich iſt, erreicht, ſondern auf dem höſten Punkt noch mit einer Geſchwindigkeit von mehr als 10 Meilen in der Stunde fortgelaufen ſeyn würde. Dies wäre allerdings ſehr auffallend, wenn der Wagenzug, vermöge ſeiner Schwerkraft allein dieſe letztere Geſchwindigkeit erreichen könnte. Allein abgeſehen davon, daß hier nicht die Verſuche, wie ſie wirklich ſtattgefunden, betrachtet werden, nämlich das Fahren des Wagenzugs über einen Rücken, ſondern daß das Ergebniß willkührlich auf das Fahren durch eine Mulde übertragen wird, überſieht Herr Badnall, daß dieſe Geſchwindigkeit nur durch die Wirkung der Dampf-

maschine hervorgebracht wird, und daß auf der horizontalen Linie die Geschwindigkeit nach einem durchlaufenen Raum von $2 + 278 = 556$ Yards wohl nahe an 13 Meilen, und nicht blos etwas über 10 Meilen, wie er für die Mulde rechnet, betragen würde, wonach sich also ein Minus von mehr als zwei Meilen Geschwindigkeit herausstellte. Betrachten wir außerdem noch den ersten oben erwähnten Versuch mit dem Dampfwagen Liver, so ergiebt sich die Zeit zum Durchlaufen der schiefen Ebene auf- und abwärts auf 556 Yards zu $90 + 50 = 140$ Secunden, während bei der Bewegung auf der horizontalen Ebene dieselbe Länge mit der Beharrungsgeschwindigkeit von 12,60 Meilen (zu 1760 Yards) in der Stunde in $\frac{556 + 3600}{12{,}6 + 1760} = 90{,}2$ Secunden, also in weniger als $^2/_3$ der Zeit durchlaufen worden wäre. Allerdings wäre der Wagenzug auf der horizontalen Ebne mit 22,70, im zweiten Fall aber nur mit 12,60 Meilen Geschwindigkeit angekommen, die größer aber wäre wohl durch beträchtlichen Widerstand der Luft bei der größern Geschwindigkeit nach einer geringen durchlaufenen Länge auf die Beharrungsgeschwindigkeit zurückgebracht worden.

Wenn nun auch hiernach gewiß kein Vortheil für die Zugkraft von wellenförmigen Eisenbahnen zu erwärten ist, so sind doch jedenfalls ihre durch das Gleiten der Räder des Dampfwagens veranlaßten Nachtheile, wenn die Wellen ein nur schwaches Gefälle von $^1/_{200}$ bis $^1/_{150}$ haben, so gering, daß sie überall, wo das Terrain gestattet, zur Ersparung der Kosten der ersten Anlagen angewendet werden können. So wird es nicht nöthig seyn, bei Ueberschreitung einer weiten Thalebne die Hochufer mit einem hohen horizontalen Damm zu verbinden, sondern man wird die Bahnlinien von jeder Seite nach der Mitte der Ebne hin, schwach senken können. Dasselbe gilt für flache Terrainrücken, welche nicht horizontal durchzustechen sind, sondern mit einem schwachen Steigen und Fallen überschritten werden können.

Nehmen wir als Beispiel eine 300 Ruthen breite Thal-

ebene, welche mit einem 26 Fuß hohen Damm horizontal durchschnitten wäre. Bei 16′ Kronbreite und $1^1/_2$ füssiger Dossirung enthielt dieser 23,000 Schl. Rth. Erhält der Damm dagegen zur Mitte ein Gefälle von $^1/_{200}$ oder zusammen von $^{150}/_{200}{}^0 = 9'$, so wird in der Mitte nur $20' - 9' = 11'$ hoch, und es fallen von dem horizontalen Damm die 4 dreieckigen Pyramiden an den Dossirungen und zwei Prismen unter der Dammkrone weg, mit dem Cubeinhalt von

$$(2 + {}^1/_3 + 150^0 + \frac{11' + 16^1/_2'}{2} + {}^1/_2 + 150.^0 + 43' + 11') + 2 = 7325 \text{ Schl. Rth.};$$

also beinahe $^1/_3$ der ganzen Erdarbeiten.

Es dürfte durch diese Auseinandersetzung dargethan seyn, daß erstens durch Anwendung der wellenförmigen Eisenbahnen für den Nutzeffect des Betriebs durch Dampfwagen zwar nichts gewonnen wird, aber zweitens durch eine umsichtige Wahl schwacher Gefälle an den Kosten der ersten Anlage, ohne dem Nutzeffect wesentlich zu schaden, beträchtliche Ersparungen gemacht werden können.

Zehntes Kapitel.

Von den schwebenden Eisenbahnen.[1])

Als die Eisenbahnen vor vielen Jahren sowohl in England als in Amerika die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen begannen, erfand Herr Sargent zu Boston in Massachuselets, wie das American Railroad-

[1]) Nach Biots Werk über Eisenbahnen übers. von Schmidt Seite 42 ꝛc. ꝛc.

Journal berichtet, die sogenannte schwebende oder eingeleisige Eisenbahn (Suspension or single railway). Diese Erfindung erhielt lange Zeit hindurch nicht jene Berücksichtigung, die sie zu verdienen schien, sondern blieb eine lange Zeit unbeachtet und unbenutzt.

Unter den Eisenbahnen, welche nach Herrn Sargents Erfindung in den vereinigten Staaten erbaut wurden, befinden sich gegenwärtig in der Grafschaft Suffolk in Massachusets zwei. Die eine derselben zu Chelsea ist kreisrund und nur einige hundert Fuß lang; sie ist nur ein etwas großes Modell, an welchem einige Verbesserungen oder Modifikationen der ursprünglichen Eisenbahnen angebracht sind. Die zweite hingegen, die eine schwebende Eisenbahn nach neuester Art ist, wurde unlängst in East-Boston begonnen, und ist noch nicht ganz vollendet. Sie läuft über ein sumpfiges, überall von Dämmen durchschnittenes und mit Teichen überfülltes Stück Land, welches für jede Eisenbahn sehr ungünstig gelegen ist.

Aus Fig. 167, die mit Ausnahme der Reibungsschiene a a eine Eisenbahn und einen für dieselbe bestimmten Karren nach der ursprünglichen Erfindung Sargents darstellt, kann man sich eine Idee von dem Prinzip machen, nach welchem die schwebende Eisenbahn gebaut wird. Herr Sargent hat später auch noch Verbesserungen angebracht.

A A sind die hölzernen, in die Erde eingetriebenen, oder auf andere Weise in die Erde befestigten Pfosten, von denen die Eisenbahn getragen wird. Der Boden stellt hier eine ebene Fläche vor, und daher brauchen die Pfosten nicht von verschiedener Höhe zu seyn; ist der Boden uneben, so müssen die Pfosten von ungleicher Länge seyn, jedoch so, daß die Scheitel der Träger sämmtlich in einer und derselben Fläche liegen. Es wurden verschiedene Mittel vorgeschlagen, um die Pfosten so in den Boden zu befestigen, daß sie keine Neigung haben, durch das Gewicht und die Bewegung der Last, die sie zu tragen haben, aus ihrer senkrechten Richtung zu kommen. Die untern Enden dieser Pfosten müssen 4 bis 5

Fuß tief in Quergruben eingesenkt, und auf eine Grundlage aus fester Erde oder Gestein, gestellt werden. Die Seiten der Gruben sind mit Gerölle auszustampfen, und in sumpfigem Boden müssen die Pfosten wenigstens von einem starken Balken, welcher schräg in den Boden eingesenkt ist, gestützt werden, so daß sie auf diese Weise gehindert sind, sich auf die entgegengesetzte Weise zu neigen.

B B ist der Tragriegel, oder ein starker Balken, dessen Dimensionen der Last, die die Bahn zu tragen hat, angemessen seyn müssen. Dieser Balken wird auf die Tragbalken gezapft. Wenn die Räder C C durch die vorspringenden Randstücke geleitet werden sollen, so müssen die Balken, oder Riegel, mit Eisen beschlagen werden, damit deren Kanten und Seiten nicht von den Rädern abgerieben und abgeschiefert werden, wodurch sie nicht nur abgenutzt, sondern auch unleben und untauglich werden würden.

C C sind die Räder, von denen das eine vor dem andern, in einer geraden Linie auf dem Tragbalken aufruht, und welche an beiden Seiten mit hervorragenden Rändern versehen sind, damit sie in ihrer Stellung erhalten werden. An den Achsen dieser Räder sind die horizontalen Stangen oder das Gestell k k aufgehangen, womit durch die Querbalken D D zum Transporte der Reifenden und Waaren dienenden Karren und ein starkes, keine Biegung zulassendes Gestell f f in Verbindung stehen, so daß die Karren an jeder Seite der Bahn, wie die Säckel eines Packsattels balancirt werden. F stellt die auf den Wagen geladene und zu verfahrende Last vor.

Leute, die mit der Mechanik nicht vertraut sind, möchten vielleicht einwenden, daß diese Transportmethode keine Sicherheit gewähre, indem die Wagen, da sie nur eine einzige Räderlinie haben, umschlagen müssen, ausgenommen, die Last ist auf beiden Seiten der Bahn vollkommen gleichmäßig vertheilt. Es ist nun zwar allerdings besser, wenn sie gleichmäßig vertheilt ist; allein es läßt sich doch auch praktisch sehr leicht zeigen, daß ein Umschlagen der Wagen ganz

unmöglich ist, wenn die Materialien fest aneinander halten. Ist die eine Seite schwerer, als die andere, so wird wohl eine schwache Neigung gegen die schwerere Seite stattfinden; dies ist aber auch Alles, denn so wie sich die schwerere Seite zu neigen beginnt, so nähert sie sich dem Schwerpuncte und verliert folglich immer mehr die Neigung, noch weiter zu sinken, dagegen entfernt sich die leichtere Seite von dem Schwerpuncte und gewinnt folglich an Kraft, so daß sie auch die andere durch die Hebelkraft, welche entsteht, aufwiegt. Nach demselben Prinzipe sieht man gewöhnlich, daß, wenn eine Person nur mit dem einen Arme einen Wasserkübel, oder sonst ein Gewicht trägt, sie den andern Arm beinahe unter einem rechten Winkel vom Körper entfernt, durch diese instinctmäßige Bewegung ist nämlich der eine Arm im Stande, den andern, sammt dem, an dessen Ende angehängten Gewichte von 20 Pfunden und darüber zu balanciren. Die Sicherheit wird dadurch, daß der Schwerpunct so tief zu stehen kommt, indem die Last nicht in gleicher Höhe oder weit über den Rädern, sondern unter denselben angebracht wird, noch bedeutend vergrößert. Selbst wenn die Achsen brächen, könnte der Wagen nicht umschlagen, denn der Körper des Wagens würde, indem sie sich dessen Ladung an beiden Seiten der Bahn und unter dem Schwerpuncte befindet, nur um einen Viertelzoll fallen, und wenn er in Bewegung ist, auf derselben fortgleiten.

Herr Sargent brachte in der Folge mehrere Verbesserungen an seiner ursprünglichen Erfindung an, von denen einige bei der Eisenbahn, die er zu East Boston erbaute, in Anwendung kamen. Die wesentlichste dieser Verbesserungen liegt in dem sogenannten Reibungsriegel den man in der Zeichnung bei a a angebracht sieht. Obschon nämlich das Umschlagen unmöglich ist, so dürfte derselbe doch, da er blos auf einer Breite des Rades ruht, wenn die Ladung nicht aus unbeweglichen Massen besteht und nicht vollkommen gleichmäßig balancirt ist, eine schwingende Bewegung auf der Eisenbahn bekommen. Um diese zu verhindern ist an

jeder Seite der Tragpfoſten A A, ein kleiner hölzerner Balken a a befeſtigt; und um die Reibung gegen die Seiten des Wagens zu verhindern, iſt unter dem Boden des Wagens ein Rad b angebracht, welches horizontal auf dem Riegel, oder Balken, läuft. Der Druck auf dieſem Riegel oder Balken, iſt ſehr unbedeutend, denn er iſt weit geringer, als der Unterſchied zwiſchen der Schwere der Ladung auf beiden Seiten des Karrens, weil, indem die überladene Seite eine Neigung hat, in ſenkrechter Richtung herabzuſinken, der ſchiefe Druck auf den Reibungsbalken geringer iſt, als die ganze Neigung, welche die belaſtete Seite zum Herabſinken hat. Dieſer Balken braucht daher nur klein zu ſeyn, und kommt folglich nicht hoch zu ſtehen: mit ſeiner Hilfe kann der Karren, ſelbſt wenn die Ladung beweglich und wandelbar iſt, ſo ſtätig, als auf irgend einer doppelt geleiſigen Bahn erhalten werden.

Eine weitere und weſentliche Verbeſſerung hat der Erfinder an den Rädern angebracht. Wenn die Räder durch hervorſtehende Randſtücke auf dem Hauptbalken erhalten werden, ſo muß dieſer wegen der ſonſtigen ſchnellen Abnutzung nothwendig mit Eiſen beſchlagen werden, was die Koſten bedeutend vermehrt. Um dieſem Uebelſtande abzuhelfen, kann man die Räder des Karrens breiter machen, als den Tragbalken oder die Bahn; es ſind dann keine Randſtücke nöthig, ſondern die Räder drehen ſich frei auf der glatten Oberfläche des Balkens. Um ſie hierbei in gehöriger Richtung zu erhalten, müßten ſie durch Rollen geführt werden, welche horizontal geſtellt wären, und an der Seite des Tragbalkens liefen. Dieſe Rollen würden die Stelle der ſonſt gebräuchlichen Randſtücke vertreten; ſie würden aber weit weniger Reibung verurſachen, und über dies würden die Koſten des eiſernen Beſchlags wegfallen. Die Karren können übrigens, wenn man nur die angegebenen Prinzipien dabei nicht aus den Augen läßt, nach der Natur der zu transportirenden Waaren, und nach dem Geſchmacke der Eigenthümer verſchieden abgeändert werden. Die ſchwebende Bahn zu Caſt Boſton iſt, wie ſchon oben geſagt worden, auf einem ſehr

ſumpfigen und ſehr ungünſtig gelegenen Stück Landes gebauet. Die Tragpfoſten oder Pfähle, ſind durch den Moraſt in eine Schicht blauen Tones getrieben und durch ſchiefe Klammern (Strebepfeiler) geſtützt. Die Wagen ſind blos zum Transporte von Menſchen beſtimmt, indem die Bahn nur bis zu einem häufig beſuchten Beluſtigungsorte läuft.

Der einzige Einwurf von Wichtigkeit der ſich gegen die ſchwebende Bahn machen läßt, iſt der, daß man ihr, bei einer größern Erhöhung über den Boden nicht hinreichende Feſtigkeit geben kann, ſo daß ſie vielleicht bei einer ſehr großen Geſchwindigkeit und großen Belaſtung der Wagen nicht dieſelbe Feſtigkeit gewähren dürfte, wie die eiſernen, nur wenig über die Erde erhabenen Schienen.

Einige Jahre ſpäter trat Herr R. Palmer in England mit einer ſchwebenden Eiſenbahn auf, die vollkommen nach demſelben Prinzipe gebauet war. Zweckmäßiger als dieſe Conſtruktion ſcheint die vom Ritter v. Baader angegebene Einrichtung zu ſeyn, nach welcher die zuſammengehörigen, zwei paralellen Bahnſchienen, in der Länge von 3 Fuß und in der Geleiſenweite von 18 Zoll aus einem Stücke gegoſſen werden. Damit auf dieſer ſchmalen Bahn das Umwerfen des gleichfalls in der Belaſtung equilibrirten Wagens nicht ſtattfinden könne, ſind an jeder Achſe horizontale Rollen befeſtigt, welche auf der Seite der Bahnſchienen laufen.

Wir wollen nur einige ſogenannte Palmer'ſche Schienenwege in England und auf dem Feſtlande beſchreiben, wobei wir noch bemerken, daß ſie nur für temporären Gebrauch, z. B. bei der Ausführung von Bauten, für die Zufuhr von Materialien und für Fortſchaffung der Laſten auf kurze Strecken von Nutzen ſind.

Palmer'ſcher Schienenweg in dem Proviantamte (Victualling office) zu Deptford bei London.

Dieſer Schienenweg führt von der Themſe über den Hof des Proviantamtes hinweg, bis zu den Waarenhäuſern, und

die $^1/_2$ Zoll ſtark und rund ſind, die Köpfe in der Schiene verſenkt. Außerdem haben die Schienen einige Reſervelöcher, welche dann gebraucht werden, wenn ein oder der andere Nagelknopf abbricht.

Einige Pfoſten ſind aus 3 Theilen zuſammengeſetzt; die Stücke ſind 6 Zoll breit; das mittlere 3 Zoll ſtark, die beiden Stücke der Seiten $2^1/_4$ Zoll ſtark und mit 3 Schraubenbolzen verbunden, die Keile liegen auf eingeſchraubten Klötzen, die oben 1 Fuß lang ſind. Obgleich die Bohlen ſehr ſtark ſind, ſo müſſen ſie ſich doch bei der großen Entfernung der Pfoſten von einander, an einigen Stellen durchgebogen haben, und ſind durch ſpäter untergeſetzte Stützen abgefangen worden.

In der Nähe des Kanals befindet ſich eine Ausweichung in dem Schienenweg. Derſelbe liegt auf eine Länge von etwa 30 Fuß doppelt, und zwiſchen den Doppelſtücken und der einfachen Bahn, iſt eine 10 Fuß breite ſtarke Thür angebracht, welche an dem einfachen Strange aufgehängt iſt und ſich an jede der beiden Bahnen befeſtigen läßt. Auf dem obern Rande dieſer Thür liegt der Schienenweg, und gerade über dem Gehänge, ein kleines drehbares Schienenſtück, um den ſtarken Winkel, den die Thür mit dem Strange macht zu brechen. Mit einer ähnlichen Thür führt dieſer Schienenweg über eine gewöhnliche Straße herüber.

Die Wagen, welche auf dieſem Wege laufen, haben nur zwei gußeiſerne, 26 Zoll hohe, mit 2 Spurkränzen verſehene Räder, welche einſchließlich der $^1/_2$ Zoll ſtarken und $1^1/_4$ Zoll hervorragenden Spurkränze, $5^1/_4$ Zoll breit ſind, 6 Speichen und eine 6 Zoll lange und 2 Zoll weite Nabe haben. Dieſe dreht ſich um eine hohle gußeiſerne, 2 Zoll ſtarke, $12^1/_2$ Zoll lange Achſe, welche an beiden Enden in runden meſſingenen Büchſen liegt; dieſe haben einen innern Durchmeſſer von $1^5/_8$ Zoll und einen äußeren von $2^1/_4$ Zoll, und ſind inwendig $3^5/_8$ Zoll lang. Dieſelben liegen in Lagern, die ſich an den ſchmiedeeiſernen Bügeln befinden, welche das Hauptgerüſte des Wagens ausmachen. Durch die hohle gußeiſerne

Achse und die messingene Büchse geht eine schmiedeeiserne 26 Zoll lange, und 1 Zoll starke Achse hindurch, welche an ihren Enden mit dem Bügel verbunden ist, und zur festern Verbindung des Wagengerüstes beiträgt. Die beiden Radmittel liegen 46 Zoll auseinander. Die Plattformen, worauf die Wagenkasten gestellt werden, liegen 40 Zoll tief unter dem Achsenmittel und stehen inwendig 17 Zoll auseinander. Die Wagenkasten, von denen einer auf jeder Seite des Wagens steht, enthalten 20 Cubicfuß. Ein solcher Kasten wird mit etwa 20 Zentner Kalk oder Ziegel belastet, und also ein Wagen mit 40 Zentner. Ein Pferd zieht 2 solcher Wagen oder 80 Zentner, ausschließlich der Kasten oder Wagen.

An einem außer Gebrauche stehenden Wagen, befindet sich eine eigene Vorrichtung zur Verminderung der Friction der Räder in den Achsen, welche aber weder der Theorie nach schicklich ersonnen, noch praktisch gut ausgeführt ist. Die messingene Büchse, worin sich die gußeiserne Achse dreht, ist an ihrem oberen Theile auf $^3/_4$ Zoll Länge kreissogmentförmig ausgeschnitten, und in diesem Ausschnitt ruht ein 4 Zoll hohes eisernes Frictionsrad, an dem die ganze Last des Wagens wirkt, indem die messingene Büchse nicht ganz fest im Wagengerüste eingespannt ist.

Jahresbericht über die schwebende Eisenbahn bei Posen von dem Festungsbau-Direktor Herrn Hauptmann von Prittwitz daselbst. [1])

Nachdem die schwebende Eisenbahn auf der Festungsziegelei bei Luban, eine Meile von Posen nunmehr ein Jahr im Gange gewesen ist, ergiebt sich folgendes als kurzes Resultat ihrer Leistungen. Jedoch lassen wir, mit Verwei-

---

[1]) Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins, 1835. 3te Liefer. S. 278. ꝛc. ꝛc.

sung auf Fig. 168, eine kurze Beschreibung derselben vorangehen, die aus der weiter unten angeführten Schrift des Herrn v. Prittwitz entlehnt ist. Die Bahn besteht aus hölzernen, 6 bis 8 Zoll starken Rändern (a a), die in Entfernungen von 12 zu 12 Fuß auf $^1/_4$ bis $^1/_3$ ihrer Länge senkrecht in die Erde eingesetzt sind. Oben ist eine zweizöllige eichene Bohle b, von 24 Fuß Länge auf die hohe Kante eingelassen, und auf dieselbe eine $1^1/_2$ Zoll breite, und $^1/_4$ Zoll starke Stabeisenschiene mit Holzschrauben flach befestigt. Diese Schienen liegen so, daß sie die Stoßfugen der eichenen Bohlen immer überdecken, und so ein Auseinanderweichen derselben unmöglich machen. An beiden Seiten sind an die Ränder auf einer gewissen Höhe noch Seitenbretter c, c, angenagelt, die das Schwanken der Wagen verhindern. An denselben können Reibungsrollen d d angebracht werden, die längs dieser Bretter hinlaufen, um die Reibung zu vermindern, und macht man diese Reibungsrollen von Eisen, oder überzieht sie damit, so ist es angemessen, auch auf die Seitenbretter noch eine dünne eiserne Schiene aufzunageln, längs derer dann die Frictionsrollen mit desto geringerer Reibung laufen. — Die Wagen haben nur ein Rad e mit fester Achse, auf der ein viereckiger Rahmen f ruht, der das eigentliche Wagengestell auseinander hält, zu welchem Behuf noch außerdem zwei eiserne Bügel g dienen. — Der Widerstand beträgt ungefähr $^1/_{110}$ der ganzen Last.

Es wurden mittelst derselben im Ganzen bisher ans Wasser gefördert:

1,896,500 Ziegel, im Gewicht von 189,650 Zentner
und zurück 470 Klafter Holz „ „ 18,800 „
zusammen 208,450 „

Die ganze Bahn hat bis dato, einschließlich aller Abzweigungen, Transportmittel und Reparaturen gekostet 3,651 Thaler 13 Sgr. 10 Pf., wovon jedoch wenigstens 1,000 Thaler auf die Wagen kommen. Ihre Länge beträgt, ohne die Abzweigungen, 360 Ruthen, mit diesen $401^1/_2$ Ruthen. Mithin kostete die laufende Ruthe der eigentlichen Bahn,

einschließlich der Kosten der Wagen, 10 Thaler, und ohne die Wagen $7^1/_3$ Thaler, und die laufende Ruthe Bahn, ohne Rücksicht auf die Abzweigungen und die Wagen etwa $6^2/_3$ Thaler. Ein Pferd zieht bergab (bei $^1/_{144}$ Gefälle) mit großer Leichtigkeit 10 Wagen, zusammen beladen mit 1000 Ziegeln oder 100 Zentner, bergan dagegen ziehen 2 Pferde mit ganz gewöhnlicher Anstrengung $2^1/_2$ Klaftern kiefern Knobenholz, mithin 1 Pferd bequem 50 Zentner Ladung. Das Tausend Ziegel ans Wasser zu fördern, einschließlich Auf- und Abladen, kostete früher auf gewöhnlichem Wege 25 Sgr. Jetzt kostet das Auf- und Abladen fürs Tausend 7 Sgr. und zwar ist dies jedenfalls etwas höher, als früher, wo die Wagen näher an die Ziegelvorräthe heranfahren konnten. Mithin sind die Kosten des eigentlichen Transports auf gewöhnlichem Weg anzunehmen, auf wenigstens 18 Sgr. Jetzt wird dagegen nur bezahlt $^1/_6$ davon, oder 3 Sgr. Nun treten zwar noch hierzu die Kosten der Aufsicht, der Schmiere für die Wagen, und der Reparaturen an der Bahn und den Wagen, wofür jetzt im Ganzen dem Unternehmer $1^1/_2$ Sgr. fürs Tausend Ziegel vergütet werden; indessen ist bei dem Frachtsatz von 3 Sgr. fürs Tausend Ziegel auf der Eisenbahn der Gewinn für den Fuhrmann merklich größer, als früher auf gewöhnlichem Weg, und die Kosten der Aufsicht sind in beiden Fällen wenig verschieden, so daß füglich angenommen werden kann, daß die Transportkosten durch die Eisenbahn auf $^1/_6$ der frühern reducirt worden sind. Nach Vorstehendem betragen die Kosten des Transports einschließlich Auf- und Abladen und der Nebenausgaben, fürs Tausend $11^1/_2$ Sgr., mithin findet ein Ersparniß gegen früher von $13^1/_2$ Sgr. fürs Tausend statt. Nehmen wir dafür auch durchschnittlich nur $12^1/_2$ Sgr. an, so macht dies für die bereits transportirten

1,896,500 Ziegel	790 Thaler
und für die 470 Klafter Holz fließen außerdem der Kasse, laut Uebereinkommen zu à 3 Sgr.	47 „
zusammen	837 Thaler.

Im Jahre 1835 dürften noch an Ziegeln gefördert werden, 1,800,000 Stück; dieſe geben ein Erſparniß zu 12½ Sgr. von 750 Thaler. Mithin wird am Schluſſe des Jahres oder binnen 1½ Jahren nach Erbauung der Bahn, durch dieſelbe erſpart worden ſeyn, die Summe von 1587 Thaler, oder faſt die Hälfte des ganzen Anlagekapitals. Es ſind auf der Bahn jetzt fortwährend drei Wagenzüge zu 10 Wagen in Thätigkeit. Ein Wagenzug wird beladen, einer iſt unterwegs, einer wird abgeladen. Dies zeigt zugleich, wie leicht mittelſt der Abzweigungen das Ausweichen der ſich kreuzenden Wagenzüge bewirkt wird. Die bisherigen Reparaturen ſind im Ganzen nicht bedeutend geweſen, und wurden größtentheils nur in Folge gemachter Erfahrungen nothwendig, ſo daß ſie künftig bei einer zweiten Neuanlage der Art, faſt ganz vermieden werden können. Im Allgemeinen hat ſich die Bahn in jeder Hinſicht vollkommen bewährt, und die in der kleinen Schrift: „Die ſchwebende Eiſenbahn bei Poſen und Project zu einer allgemeinen Eiſenbahn durch den preußiſchen Staat," (Berlin 1834) aufgeſtellten Anſichten beſtätigt. Namentlich beſitzen die ſchwebenden eingeleiſigen Bahnen in der Einfachheit ihrer eigenen Bauart und ihrer Wagen, in der Leichtigkeit, mit der die letztern allen Krümmungen folgen, und in dem Umſtand, daß dieſe Bahnen im Winter nicht einſchneien, (was in nördlichen Gegenden von beſonderer Wichtigkeit iſt) verbunden mit ihrer Wohlfeilheit, Vorzüge, welche ihnen die liegenden Bahnen ſchwerlich jemals ſtreitig machen können, indem dieſe nur das voraus haben, daß auf ihnen große und ſchwere Ballen, Kutſchen ꝛc. transportirt werden können, was auf ſchwebenden eingeleiſigen Bahnen Schwierigkeit findet. Daß auf letztern übrigens auch Dampfwagen zur Anwendung kommen können, ſcheint keinem Zweifel unterworfen zu ſeyn, wenn auch darüber noch keine Erfahrungen vorliegen. Die ſchwebenden eingeleiſigen Bahnen ſind daher unſtreitig vorzugsweiſe geeignet, ſolchen Ländern und Gegenden die Vortheile der Eiſenbahn-Verbindungen zu verſchaffen, in denen der Verkehr noch nicht

bedeutend genug ist, um liegende doppeltgeleisige Bahnen gewinnreich zu machen, und wenn sie bisher nur selten zur Anwendung kamen, so ist der Grund gewiß nur in der so sehr von dem Gewöhnlichen abweichenden Construction derselben und der darauf gebrauchten Fahrzeuge zu suchen. Bei Wetter an der Ruhr in Westphalen ist auch eine schwebende Eisenbahn im Gebrauch.

Eilftes Kapitel.

Von den Ausbesserungen und Einfriedigungen der Schienenwege, der Ableitung des Wassers von denselben und von ihrer Erhaltung.[1]

Ausbesserungen der Schienenwege.

Die am häufigsten nothwendigen Ausbesserungen der Eisenbahnen bestehen darin, daß die eingedrückten Setine wieder gehoben werden müssen. Ist solches bei einzelnen Steinen nothwendig, so kann es geschehen, ohne die Fahrt auf der Straße zu unterbrechen. Der Stein wird von der Erde entblößt, und behutsam, vermittelst eines dazu eingerichteten großen Hebels (Fig. 145 a) gehoben. Während solches geschieht, bringt ein Arbeiter, mittelst einer platten eckigen Schaufel, (Fig. 145 c) Erde unter den Stein und stampft sie sehr fest. Dieses Verfahren, auf zwei oder vier Seiten angewendet, hebt den Stein jedesmal ein wenig, ohne daß er aus der Linie kommt, in welcher er stehen muß.

---

[1] Nach Minard.

Wenn mehrere Steine auf ganze Strecken der Straße, gehoben werden müssen, weil sie entweder in den Boden sich eingedrückt haben, oder weil das Erdreich selbst sich gesetzt hat: so muß man im Voraus auf der Seite einen einstweiligen Weg zum Dienste während der Herstellung der Straße einrichten.

Außer, daß die Steine in den Boden gedrückt werden, können sie auch durch den Frost, oder die Ausdehnung der hölzernen Pflöcke, zersprengt werden, wenn sie nicht fest genug sind. Die meisten Träger auf der Liverpooler-Straße von rothem Sandsteine, sind zersprengt worden. Man hat an ihre Stelle andere, aus hartem Kalksteine von Cumberland, setzen müssen.

Die Schienen, wenn sie aus der Linie gekommen, oder schadhaft, oder zerbrochen sind, lassen sich leicht verbessern, oder ersetzen, da nur die Keile gelöset werden dürfen.

Die Beschädigungen der Schienenstühle hängen von ihrer Form und der Art ihrer Keile ab. Auf der Liverpool-Straße sind eine Menge von Schienenstühlen zerbrochen. Ihre Wagen sind durch das zu heftige Eintreiben der eisernen Keile, und auch selbst durch die Radränder, abgesprengt worden. Auf der Lyoner-Straße, wo sehr heftige Stöße stattfinden, werden diese Wirkungen zum Theil durch die hölzernen Keile gemäßigt, und man findet fast keine Schienenstühle zerbrochen, obgleich sie viel schwächer sind, als die Liverpooler. Man hatte anfangs ebenfalls eiserne Keile genommen, aber man ist davon abgegangen, weil schon beim Legen der Schienen viele Schienenstühle zerbrachen. Wenn die Keile sehr scharf und spitz sind, so lassen sie sich sehr leicht eintreiben; aber ein einzelner, zu starker Hammerschlag, kann auch schon den Schienenstuhl sprengen. Die Schienenstühle brechen auch in ihrem Boden, wenn sie nicht voll auf den Stein aufliegen. Dieses geschieht häufig bei Roanne, Lyon und St. Etienne, wo die Steine sehr harter Granit sind, der sehr schwer zu bearbeiten ist. Bei Roanne hat man einige Schienenstühle auf hölzerne Bohlen gesetzt.

Einfriedigungen der Eisenbahnen.

Um die Eisenbahnen gegen den Andrang von Menschen zu schützen, auch das Vieh von denselben abzuhalten, bringt man Einzäumungen von Holz, auch wohl von Mauerwerk, besonders in der Nähe von Städten, an, oder man bepflanzt die äußeren Grabenränder mit lebendigen Hecken.

Da, wo Straßen und Wege die Eisenbahnen durchschneiden, werden zu beiden Seiten Schlagbäume angebracht, welche geschlossen werden, so wie ein Wagenzug auf der Eisenbahn sich naht. Man kann zum Oeffnen und Schließen dieser Schlagbäume Eisenbahnwärter benützen.

Die Ableitung des Wassers aus der Bahn,

ist zur Erhaltung einer Schienenstraße sehr wesentlich nothwendig. Da die Eisenbahnen nach der Länge nur ein sehr geringes Gefälle haben, so kann das Wasser in dieser Richtung, außer auf den mit Maschinen besetzten steilen Abhängen, nicht hinreichend abfließen, folglich muß man es um so mehr seitwärts fortschaffen. Da nun die Schienen ein nach der ganzen Länge fortlaufendes, ununterbrochenes Hinderniß gegen den Abfluß des Wassers bilden, welches dasselbe in der Mitte der Straße zurückhält, so muß man zwischen den Steinen nothwendig kleine Kanäle unter den Schienen machen.

Wenn nur eine Bahn von zwei Schienenreihen vorhanden ist, so macht man die Kanäle nur unter einer Schienenreihe hindurch; bei zwei Bahnen aber müssen sie, wegen des Zwischenraumes, wenigstens unter drei Schienenreihen hindurch gehen.

Wenn der Boden das Wasser sehr stark verschluckt, so sind die Ableitungs-Kanäle entbehrlich. Dies kann man auf den Schienenstraßen in England sehen, da, wo dieselben auf aufgeschüttetem Schiefer, Schlacken, oder selbst Steinkohlen liegen; oder auf dem Kiesboden zwischen Lyon und Givors. Wenn aber der Boden fett ist, und das Regenwasser in Pfützen

ſtehen bleibt, muß der Boden, von jedem Steine an, abhängig gemacht werden, um das Waſſer zu entfernen. Wo die beiden Abhänge zuſammenſtoßen, legt man einen kleinen Kanal mit Abhang nach der Seite, ſenkrecht auf die Straße, um das Waſſer nach Außen abzuführen.

Je tiefer die Kanäle ſind, je mehr befördern ſie den Abfluß des Waſſers, je mehr aber auch ſchwächen ſie die Standfeſtigkeit der Steine, die nur von der Erde an ihren Seiten gehalten werden. Man hat dieſen Umſtand auf der Straße von Roanne, mit gutem Erfolge, dadurch abgeholfen, daß man die Kanäle mit runden Kieſeln gefüllt hat, welche die Erde feſthalten, während ſie zugleich das Waſſer leicht durchſeigern laſſen.

Erhaltung der Eiſenbahnen.

Es verhält ſich mit denſelben, wie mit der Erhaltung der gewöhnlichen Straßen. Die Fahrbarkeit läßt ſich nur dadurch erhalten, und es läßt ſich dem Fortſchreiten der Beſchädigungen nur dadurch vorbeugen, daß man die Ausbeſſerungen nie unterbricht. Dieſe Ausbeſſerungen können nur durch einzelne, zu zweien oder dreien vereinigte, auf die Straße vertheilte Arbeiter geſchehen. So iſt es bei Darlington und Liverpool. Auf der Liverpooler-Straße kommen etwa auf 320 Ruthen einfache Bahn, 2 Arbeiter, (alſo 12 bis 13 auf die Meile); außerdem ſind Arbeiter angeſtellt, um den Weg für die Radränder frei zu erhalten und die Oberfläche der Schienen zu reinigen.

Es iſt bis jetzt noch ſchwer, die Koſten der Erhaltung der Eiſenbahnen zu ſchätzen, obgleich dieſe Bahnen einander ähnlicher ſind, als gewöhnliche Straßen. Bei gleichem Verkehr ſind die Maaßen der Schienen und Steine, die Art der Befeſtigung der Schienenſtühle und der Widerſtand des Bodens verſchieden.

Folgende Ueberſicht kann zu einiger Schätzung der Koſten dienen:

Straße.	Bewegende Kraft.	Gewicht der Lastwagen Zentner.	Gewicht der Dampfwagen Zentner.	Mittlerer Betrag des Verkehrs. Gewicht der Waaren. Zentner.	Mittlerer Betrag des Verkehrs. Gewicht der Reisenden Zentner.	Mittlere Geschwindigkeit Für die Waaren in der Stunde Ruthen.	Mittlere Geschwindigkeit Für die Reisenden in der Stunde Ruthen.	Erhaltungskosten einer Bahn von 2 Schienenreihen auf die Meile, Arbeitslohn. Thaler.
Bei Darlington der obere Theil derselben	Pferde	80	—	200000	—	860	—	964
desgleichen der untere Theil	Dampf	80	150	900000	—	4780	6690	2170
Glasgow .	Dampf	74	100—200	1920000	120000	3537	6785	1085
Liverpool .	Dampf	100	160—240	4400000	640000	5160	6690 - 9557	3977
Lyon	Pferde u. Dampf	80	130	4000000	320000	3728	3825 - 7650	1085 Arbeit u. Material
Liverpool	Dampf	100	160—240	4400000	640000	5160	6690 - 9557	6588
Swannington	Dampf	—	150	1400000	140000	6310	6310	2350
Warrington	Dampf	80	150	1400000	—	4780	4780	2350
Lyon	Pferde u. Dampf	80	130	4000000	320000	3728	3825 - 7650	1687

Zwölftes Kapitel.

Von der Anordnung der Schienenstraßen im Allgemeinen, von den Schienenstraßen für große Geschwindigkeiten und von ihren Krümmungen. [1])

Es ist nun noch zuvörderst nöthig, von der Linie und den Abhängen einer Schienenstraße zu reden.

Ueber einstweilige Dienstwege läßt sich nichts Allgemeines sagen. Diese Straßen, von kurzer Dauer, hängen so sehr von der Art der Lasten ab, die darauf transportirt werden sollen, und von der Art des Werks, für welches sie bestimmt sind, daß die Oertlichkeit allein darüber entscheiden kann.

Für bleibende Straßen, von mehreren Meilen Länge, zum Transport von Waaren und Reisenden bestimmt, lassen sich einige allgemeine Regeln geben. Aber sie sind noch schwankend, weil die Praxis bei diesen Bauwerken noch zu neu ist.

Man könnte den Entwurf einer Eisenbahn für eine Aufgabe der Mechanik erklären. Zum Entwurf einer Straße ist die Kenntniß der bewegenden Kraft und der Fuhrwerke nöthig, welche die Straße passiren sollen. Breite, Abhang und Krümmung der Straße haben sich mit der Zeit geändert, je nachdem sie für Saumthiere, Karren und Kutschen bestimmt waren; noch jetzt ändern sie sich öfters nach dem Bedürfnisse der Fuhrwerke, die sich mit großer Geschwindigkeit bewegen. So viel sich bis jetzt bei Eisenbahnen ergeben hat, ist die Geschwindigkeit der Fuhrwerke noch nicht bis zu ihrem äußersten Maaße gelangt. Auch läßt sich noch nicht mit Be-

---

[1]) Nach Minard.

ſtimmtheit ſagen, welche Geſchwindigkeit die vortheilhafteſte ſey; denn die Koſtbarkeit der Erhaltung der Maſchinen und Schienenſtraßen für ſehr große Geſchwindigkeiten können, wie wir ſchon im zweiten Kapitel bemerkten, die Koſten des Transports ſo ſehr erhöhen, daß gegen die gewöhnliche Geſchwindigkeit der Pferde kein Vortheil für die Reiſenden mehr bleibt.

Mehrere engliſche Ingenieurs nehmen an, daß, wenn die Geſchwindigkeit nicht über 4300 Ruthen in der Stunde beträgt, Pferdekraft wohlfeiler ſey, als Dampfkraft. Ueber größere Geſchwindigkeiten ſind die Meinungen getheilt, und die Entſcheidung wird zweifelhaft bleiben, bis man längere Erfahrungen über die Koſten der mit ſehr großer Geſchwindigkeit fahrenden Dampfwagen geſammelt haben wird.

Um die Erhaltungskoſten der Dampfwagen zu beurtheilen, müßte ihre Conſtruction erſt feſter ſtehen; aber noch immer fort verändert ſich dieſelbe. Es giebt noch keine feſten Regeln über die Anordnung ihrer Räder; die Art, ſie in Bewegung zu ſetzen; über ihren Durchmeſſer und ihre Zahl. Die Kraft der Maſchinen, die früher die von 8 bis 10 Pferden war, iſt allmählig bis zur Kraft von 50 Pferden geſtiegen. Das Gewicht der Dampfwagen, welches urſprünglich, für vierrädrige Wagen, auf 90 Zentner begrenzt wurde, iſt ſeitdem faſt auf das Dreifache geſtiegen. Dann iſt man wieder zu einem mäßigern Gewichte zurückgekehrt; ſpäter aber hat man wieder ſchwerere Dampfwagen gemacht. Die Eſſe und die Verdampfung ſind nicht wenigern Veränderungen unterworfen geweſen.

Ueber dieſe vielen Veränderungen darf man ſich eben nicht verwundern; denn der Gegenſtand iſt noch zu neu und er wird wahrſcheinlich noch ferner viele Abänderungen erleiden, wie wir weiter oben im 6ten Kapitel bei der Geſchichte der Dampfwagen ſahen.

Aehnlich verhält es ſich mit den Schienenſtraßen ſelbſt. Die Stärke der Schienen, der Schienenſtühle, und der Steine nimmt mit dem Gewicht und der Geſchwindigkeit der Dampfwagen zu. Die Conſtruktionsarten der Straßen ſind nicht

minder verſchieden. Einige Ingenieurs ſchlagen Schienen vor, unter welchen der Stein ſo beweglich ſeyn ſolle, wie eine Scheere; andere wollen die Schienen auf hölzerne, längs auslaufende Balken, oder auf durchgehendes Mauerwerk legen u. ſ. w.

Welche aber auch die wirklichen Erhaltungskoſten der Maſchinen und der Schienenſtraßen ſeyn mögen: ſo viel iſt gewiß, daß beide, Maſchinen und Straße, durch eine ſehr große Geſchwindigkeit der Fuhrwerke angegriffen werden. Man darf ſich daher zu großer Geſchwindigkeit nur mit Vorſicht entſchließen, und nur, nachdem erwieſen worden, daß der Gewinn größer iſt, als der Nachtheil.

Dieſer Umſtand ſcheint die Unterſcheidung zu rechtfertigen, die hier oben zwiſchen Straßen für Waaren und Straßen für Reiſende gemacht worden iſt; denn offenbar iſt für beide nicht die nämliche Geſchwindigkeit nützlich und wünſchenswerth: es ſcheint unnütz zu ſeyn, Waaren eben ſo ſchnell fortzuſchaffen, wie Reiſende. Die Zeit der Geſchäftsleute iſt koſtbar. Man kann, wie ſchon bemerkt, ihre Perſonen als ein zu hohen Zinſen ausſtehendes Kapital betrachten, welches alſo einen weit höhern Werth hat, als Waaren von gleichem Gewicht. Es iſt daher vortheilhaft, die Reiſezeit der Paſſagiere abzukürzen, da ſie für ſie und für die Geſellſchaft verloren geht. Nicht ſo verhält es ſich im Allgemeinen mit den Waaren; ſie haben nicht allein einen viel geringeren relativen Werth, ſondern bleiben auch, je nach der Art ihres Verbrauchs, kürzere oder längere Zeit nach der Ankunft in den Magazinen. Mit einigen Ausnahmen alſo läßt ſich von den Waaren ſagen, daß ſie auf dem langſamen Transporte mehr verlorne Zeit, oder die Zinſen, gegen diejenigen des Verweilens in den Magazinen nicht in Betracht kommen; woraus die Unnützlichkeit eines ſehr ſchnellen Transportes folgt.

Man ſagt, daß zu Mancheſter öfters in den Magazinen der Eiſenbahn für 6 bis 700 Tauſend Thaler Baumwolle liegt, als ſo viel ungefähr in drei Tagen ankommt.

Es ist also offenbar, daß nichts verloren gehen würde, wenn die Waaren einige Stunden länger auf der Straße zubrächten, weil sie dann blos einige Stunden weniger in den Magazinen der Straßen-Compagnie liegen würden. Auch würde nicht einzusehen seyn, weshalb man die Steinkohlen ebenfalls mit großer Geschwindigkeit fortschaffe, wenn nicht die Circulation der Reisenden auf der doppelten Bahn frei bleiben müßte.

Man könnte einwenden, daß ja die Schnellfrachten in Frankreich schon hinlänglich die Wichtigkeit der Beschleunigung des Transports von Waaren bewiesen haben. Aber der Beweis gilt nur für einzelne Arten von Waaren. Auch bedient sich in der That nur etwa der vierte Theil der Transportmasse des Schnellfuhrwerkes; was also keinesweges Eisenbahnen für große Geschwindigkeiten rechtfertigt.

Sodann wäre nun, da die gewöhnliche Geschwindigkeit auf Eisenbahnen schon ungefähr derjenigen der Schnellfrachten gleich seyn wird, die Frage, ob darüber hinaus die Vortheile im Verhältniß der Vermehrung der Geschwindigkeit und der Kosten des Transports wachsen, was gar nicht wahrscheinlich ist.

Die Waaren, welche hohe Transportkosten leiden, weil sie für ihr Gewicht einen hohen Werth haben, können allerdings den Passagieren in Rücksicht der Geschwindigkeit gleich gestellt werden. Auch ist die Regel nicht ohne Ausnahme. Für Eßwaaren, für Schlachtvieh, für Waaren, die auf Schiffe geladen werden sollen, welche nur von Zeit zu Zeit abgehen, und für einiges Andere, kann eine sehr große Geschwindigkeit besondere und eigenthümliche Vortheile haben.

Es wird wohl meistens, dem Gewichte nach, nur der kleinste Theil der Transportmasse seyn, für welchen eine sehr große Geschwindigkeit wesentliche und mit den Kosten wirklich im Verhältniß stehende Vortheile hat. Von den Reisenden wird es nur ein Theil seyn, nämlich die Zahl derjenigen Geschäftsleute, welche wirklich die ersparte Zeit zu Geschäften verwenden; ferner Waaren, die entweder leicht verderben,

wie Eßwaaren, oder deren Neuheit besondern Werth hat, wie Modewaaren und einiges Andere, ferner Briefe und andere Postpackete, was alles zusammen nicht sehr stark in das Gewicht fällt. Andere Gegenstände aber, welche Zeit haben, wie Steinkohlen, Holz, Steine, Erze, selbst die meisten Colonialwaaren ꝛc., ungeachtet ihres größern Gewichts, ebenfalls mit sehr großer Geschwindigkeit fortschaffen zu wollen, wäre offenbar ein Widerspruch mit der eigenen Absicht; denn man macht ja Eisenbahnen zu dem Zwecke, an den Transportkosten zu sparen; und da nun dieselbe Masse, auf dieselbe Länge, mit doppelter Geschwindigkeit zu transportiren, auch wenigstens doppelt so viel kostet, so würde man, ohne andere als eingebildete Zwecke zu erreichen, wieder weggeben, was man durch die bessere und bequemere Straße gewonnen hat.

Rücksichtlich der der Pferdekraft für mittlere Geschwindigkeiten zugeschriebenen Vorzüge der Dampfkraft, scheint die Erfahrung der gewöhnlichen Meinung entgegen zu seyn. In den Bergwerken von Middleton wird, mit gänzlichem Ausschluß der Pferde, seit 20 Jahren blos mit Dampfkraft gefahren. Bei Darlington befährt man einen Theil der Straße mit Pferden, den andern mit Dampf. In neuerer Zeit werden die Personenwagen zwischen Darlington und Stockton, statt von Pferden, von Dampfwagen gezogen, welche aber wegen der Schwäche der Schienen, nicht viel schneller sich fortbewegen, als die Pferde. Auf den Straßen von Hetton, Killingworth, St. Helene, Whitestaple, fähr man mit Pferden sowohl, als mit Dampfkraft. In Frankreich eben so bei Roanne und Lyon.

Aus diesem Beispiele scheint zu folgen, daß nur die örtlichen Umstände über die Wahl zwischen den beiden bewegenden Kräften entscheiden, und daß im Allgemeinen keine der beiden Kräften einen allgemeinen Vorzug vor der andern habe.

Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, ändert sich die Frage. Nicht mehr die Art der bewegenden Kraft bestimmt

die Anordnung der Straße, sondern diese, je nachdem sie für Pferde oder für Dampf besser gebauet werden kann, entscheidet die Wahl der Zugkraft.

In Frankreich, scheint es, daß, da in den meisten Fällen der Handels-Verkehr keine größere Geschwindigkeit für Waaren erfordert, als 2400 bis 3600 Ruthen in der Stunde, da die Steinkohlen zur Dampferzeugung theuer, und Leute, welche Dampfwagen zu führen und zu repariren verstehen, noch selten sind, die Pferdekraft vortheilhafter sey, als Dampfkraft, und daß es also am besten seyn dürfte, dort die Eisenbahnen für Pferdekraft zu bauen.

Sodann wird die Bahn, wenn die Transportmasse hin und zurück ungefähr gleich stark ist, am besten möglichst horizontal liegen, weil dann die Wirkung der Pferdekraft möglichst stark ist.

Da die Eisenbahnen häufig von einem Bergwerke, oder einem Steinbruche, nach einem Einschiffungsplatze führen, so ist die Transportmasse öfters bergab am stärksten. Dann müßte man, im Falle keine Ladungen bergauf zu ziehen wären, das Gefälle so einzurichten suchen, daß in der einen Richtung ungefähr eben so viel Zugkraft nöthig wäre, als in der andern; man müßte also der Bahn etwa 1 auf 320 Abhang geben; angenommen nämlich, daß der gesammte Reibungs-Widerstand den 180sten Theil der Last beträgt, und die beladenen Wagen 3 bis 4 Mal so schwer sind, als die leeren.

Dieser Abhang ist sehr schwach, und wird selten zu erlangen seyn. Man wird also meistens denjenigen Abhang gestatten müssen, auf welchem die Wagen, mit mäßiger Geschwindigkeit, von selbst herabrollen, und der nach den obigen Hypothesen etwas mehr als 1 auf 180 beträgt. In diesem Falle werden nur die leeren Wagen von den Pferden bergauf zu ziehen seyn, bergab werden auch die Pferde selbst, mit den von selbst herabrollenden Wagen fortgeschafft werden, wie es bei Darlington geschieht, und welche Anordnung sehr vortheilhaft zu seyn scheint. Ein Abhang, auf welchem die Wa-

gen durch ihr eigenes Gewicht abwärts getrieben werden, iſt aber nachtheilig, wenn die Straße ſich ſehr krümmt, und wenn nur eine Bahn vorhanden iſt. Die Wagen, welche ſich begegnen ſollen, behalten öfters, weil man nicht weit genug ſie ſieht, nicht Zeit, einander auszuweichen. Auf ſolchen Abhängen müßte man das Gefälle um ſo geringer annehmen, je länger ſie ſind, damit die Geſchwindigkeit nicht zu ſehr zunehme, und damit man dann nicht zu oft zu hemmen brauche. Auf der Straße von St. Etienne nach Rive-de-Gier rollen die Perſonenwagen mit einer Geſchwindigkeit herab, welche nur durch faſt fortwährende Hemmung auf etwa 5260 Ruthen in der Stunde ermäßigt wird. Sie nehmen ſehr bald eine Geſchwindigkeit von 7650 Ruthen an, über welche man nicht gern hinausgeht. Von Rive-de-Gier nach Givors, auf einem Gefälle von 1 auf 166, iſt die mittlere Geſchwindigkeit 3825 Ruthen, und die größte Geſchwindigkeit 5737 Ruthen in der Stunde. Die Straße von St. Etienne bis Givors beſteht übrigens zum Theil nur aus einer Reihe von Krümmungen, in welchen man immerfort hemmen muß, um eine gefährliche Steigerung der Schwungkraft zu verhindern. Das Gefälle 1 auf 166 iſt alſo völlig hinreichend, um die Pferde ſelbſt mit den Wagen, bergabfahren zu machen. Bei Darlington geſchieht ſolches, 530 Ruthen lang, auf einem Abhange von 1 auf 128.

Auf mehreren Eiſenbahnen bei Bergwerken in England iſt man den größern Unebenheiten des Terrains gefolgt, wenn ſie im Ganzen bergabführten. Man hat ſich begnügt, durch ſchwache Auf- und Abträge eine Folge von gleichförmigen Abhängen herzuſtellen, die auf die Länge von 50 bis 100 Ruthen nicht ſtärker ſind, als 1 auf 96, und auf welchen dann das Pferd die leeren Wagen mit einer Anſtrengung von 300 Pfd. heraufziehen muß.

Stärkere Abhänge würden eben ſo gefährlich ſeyn für die herabfahrenden Ladungen, als beſchwerlich für hinauffahrende leere Wagen. Auf Abhängen von 1 auf 60 ſind bei Andrezieux ſchon Pferde beſchädigt worden. Die Gefahr iſt um ſo größer,

je glatter der Weg ist, und je leichter die Wagen rollen. Was für Bergfahrt zu wünschen, ist für Thalfahrt zu fürchten.

Bis jetzt hat man Ursache gehabt, anzunehmen, daß eine beständig gleich starke Anstrengung die Pferde am wenigsten angreife, und daß der Erfolg am Besten sey, wenn eine Eisenbahn nur einerlei fortlaufendes Gefälle hat. Erwägt man indessen, daß bei Darlington die Wirkung durch Unterbrechung der Anstrengung der Pferde und Abwechslungen mit vollkommener Ruhe verstärkt worden ist, und daß auf der Lyoner-Straße sich gezeigt hat, daß die doppelte Zugkraft nur ein Drittheil mehr kostet; endlich, daß auf vielen Eisenbahnen die Gefälle jede 20 oder 30 Ruthen sich ändern; so scheint es, daß, wenn auch die Gleichförmigkeit des Abhanges für die Führer der Fuhrwerke zu wünschen ist, dennoch ihre Vortheilhaftigkeit für die Anstrengung ihrer Pferde nicht erwiesen sey.

Noch können auch immer in dem Falle, daß der größte Theil der Transportmasse bergab geht, mehrere horizontale Stellen mit starken Abhängen verbunden werden, auf welche dann die leeren Wagen durch die beladenen hinauf gezogen werden.

Wo man aus einem Flußgebiet in das andere überzugehen hat, muß man den niedrigsten Punkt der Wasserscheide mit schwachem Gefälle zu erreichen suchen. Läßt sich so nur bis tief unter den Gipfel gelangen, und ist ein Durchschnitt, oder ein Tunnel durch den Kamm des Terrains zu kostbar, so wird es besser seyn, nach dem Fuße des Kammes mit dem Gefälle der gleichen Zugkraft, nämlich 1 auf 320, zu gehen, und auf die Wasserscheide zwei entgegengesetzte, starke Abhänge zu legen. Diese Anordnung ist leicht, wenn die Wasserscheide nur schmal ist. Ist sie aber über 100 Ruthen breit, so muß man suchen, mit den starken Abhängen nach zwei, dem Gipfel nahen Punkten zu gelangen, wo man dann, wie bei Brusselton, eine Dampfmaschine setzt.

Die größte Schwierigkeit ist in solchen Fällen gewöhnlich

die Schwäche der Abhänge auf eine große Länge, so daß die gewöhnliche Zahl der leeren Wagen eines Wagenzuges das Seil nicht herabzuziehen vermögen.

Ist der Gipfel der Wasserscheide sehr breit, so setzt man eine feststehende Dampfmaschine auf diejenige Seite, an welcher die beladenen Wagen herrauffahren sollen, und legt eine wechselwirkende Rampe auf den andern Abhang. Vom Fuße dieser Rampe an, giebt man der Straße einen einzigen Abhang, oder legt sie horizontal, bis zu der Ankunftstelle der Wagen; oder man macht mehrere Abstufungen, und eben so viel selbstwirkende Rampen. Den Rampen muß man so viel Gefälle geben, als die für die Stärke des Verkehrs nöthige Geschwindigkeit erfordert, damit die Fahrten auf den Rampen nicht zu lange dauern.

Wenn der Verkehr in der einen und der andern Richtung gleich stark ist, so scheint es nöthig, daß die Straße absatzweise horizontal, oder doch fast horizontale Stellen bekomme, durch Rampen verbunden. Die Höhe der Absätze und die Länge der Rampen richten sich offenbar nach der Gestalt des Terrains, und danach, ob und in wie fern die horizontalen Stellen zu erlangen sind. Dies erfordert eine sehr genaue Untersuchung des Terrains in verschiedenen Richtungen und läßt sich nicht auf den ersten Blick entscheiden.

Die Anordnung einer Eisenbahn für Frachten, von Pferden gezogen, hat auf solche Weise viel Aehnlichkeit mit der eines Kanals, dessen Schleusen an die Stelle der Rampen treten. Die Aufgabe des Ingenieurs ist es, die Stellen zu ermitteln, wo die Bauwerke am vortheilhaftesten ihren Platz finden, und die besten Dienste leisten.

Schienenstraßen für große Geschwindigkeiten.

Man kann darunter Straßen verstehen, auf welchen nur mit Dampfkraft und mit 7200 bis 10800 Ruthen Geschwinder Stunde gefahren wird. Bis jetzt existiren nur

wenige solcher Straßen, unter denen diejenige, zwischen Liverpool und Mancheſter, gehörig gekannt iſt. Alſo laſſen ſich für jetzt auch nur von dieſer Straße einige Erfahrungs-Reſultate hernehmen.

Damit die Perſonenwagen den vorher benannten Raum ſtündlich zurücklegen, muß die Geſchwindigkeit derſelben, wegen des nothwendigen Aufenthalts von Zeit zu Zeit, 45 bis 48 Fuß in der Secunde oder 13500 bis 14400 Ruthen in der Stunde betragen. Die größten Geſchwindigkeiten, welche Herr Minard bei verſchiedenen Fahrten auf der Liverpooler-Bahn beobachtet hat, ſind folgende:

Geſchwindigkeit in der Secunde.	Mit dieſer Geſchwindigkeit durchlaufene Länge.
$32^4/_5$ Fuß . . .	5044 Ruthen
$42^1/_3$ „ . . .	1487 „
$53^1/_4$ „ . . .	1062 „
$56^2/_5$ „ . . .	106 „
$63^3/_4$ „ . . .	106 „

Die beiden letzten Geſchwindigkeiten fanden bei dem freien Herabrollen auf der Mitte des Hügels von Rainhill, ſtatt. Da die Umſtände bei einer Bewegung beſſer aus einer Zeichnung erſichtlich ſind, ſo hat Herr Minard in ſeinen Vorleſungen in Fig 97 den Durchſchnitt der Liverpooler-Straße dargeſtellt, in ganze und viertel engliſche Meilen getheilt, die oben durch Zahlen und Verticallinien angezeigt ſind, auf welchen Durchſchnitt wir hier verweiſen. Die unten ſtehenden Zahlen bezeichnen, in Metern, die Geſchwindigkeiten, mit welchen die correſpondirenden Theile des Weges durchlaufen worden ſind. Die Pfeile zeigen an, nach welcher Richtung die Geſchwindigkeiten ſtattfanden. Die oberen Reihen ſind von den Herren Ingenieuren der Brücken und Wege beobachtet worden, die mit der Beſichtigung der Eiſenbahnen in England beauftragt waren; die drei anderen Reihen von Geſchwindigkeiten habe ich gemeinſchaftlich mit Herrn Zeiller beobachtet. Die 104te Figur der Minard'ſchen Vorleſungen ſtellt den Theil der Straße zwiſchen den Meilen Nro. 16 und

20¼ vor, wo man die Gefälle bei jeder Viertelmeile eingeschrieben hat, die sehr von dem durchschnittlichen Gefälle von 1 auf 849 abweichen; sey es deßhalb, weil sich der Straßendamm gesetzt hat, oder wegen Fehler in der Ausführung. Diese Details sind aus einem Profile der Straße copirt, welches sich in dem Büreau der Eisenbahn-Compagnie befindet, und welches Herr Navier mitgetheilt hat. Dieses Profil zeigt, daß da, wo zwei entgegengesetzte Abhänge zusammentreffen, die Geschwindigkeiten zuweilen Aenderungen erleiden, die denen entgegengesetzt sind, welche man von dem Einfluße der Abhänge erwarten sollte. Diese Abweichungen rühren daher, daß man die Geschwindigkeiten beim Herabfahren zu mäßigen, beim Herrauffahren aber zu verstärken sucht.

Man sagt, daß ein Dampfwagen für sich allein, in 15 Minuten 9558 Ruthen durchlaufen habe, was 86 Fuß in der Secunde und 19 englische Meilen in der Stunde ausmachen würde; wobei noch zu bemerken, daß die obige Entfernung auf der Liverpooler-Straße nothwendig ein Steigen und ein Fallen einbegreift, so daß also die Geschwindigkeit von 86 Fuß eine mittlere und beinahe die möglich größte auf horizontaler Bahn ist.

In der Schrift des Herrn Poussin[1]) wird erzählt, daß in Nordamerika eine Dampfmaschine auf einer Eisenbahn einen Wagenzug 13 Minuten lang mit 85¾ Fuß Geschwindigkeit in der Secunde fortgezogen habe.

Die Schienenstraßen für große Geschwindigkeiten sind nicht so vieler verschiedenen Arten der Einrichtung fähig, als Straßen, die nur mit Pferden befahren werden, weil die Abhänge und die Krümmen derselben viel sanfter seyn müssen.

Eine Hauptfrage bei denselben scheint zu seyn, ob hier Rampen stattfinden dürfen, oder nicht. Da sie viel Zeit wegnehmen, so scheinen sie hier dem Zweck entgegen zu seyn. Auch können sie durch ihre Gefälle und ihre Länge für die

---

1) Chemins de Fer américanens etc. Paris 1836.

Paſſage gefährlich werden. Aber man ſieht leicht, daß ſie auf manchem Terrain unvermeidlich ſind, auf anderm dagegen die Linie zu vereinfachen, die Abhänge zu vermindern und die Entfernungen zu verkürzen, alſo die auf das Erſteigen verwandte Zeit, mit Gewinn, auch wieder einzubringen vermögen.

Die Mittel, Rampen, wo ſie ſtattfinden ſollen, zu erſteigen, würden etwa folgende ſeyn. Erſtlich eine feſtſtehende Dampfmaſchine auf dem Gipfel der Rampe. In Folge der Discuſſion der engländiſchen Ingenieurs über die Wahl der Maſchinen auf der Liverpooler-Straße, hat man indeſſen den Dampfwagen den Vorzug gegeben, und bedient ſich ihrer, die Rampen von Sutton und Rainhill zu erſteigen, welche 1 auf 89 und 1 auf 96 Gefälle haben. Neuerdings hat man im Innern der Stadt Liverpool ein Tunnel für die Perſonenwagen getrieben, 504 Ruthen lang, mit 1 auf 90 Gefälle, in welcher eine feſtſtehende Dampfmaſchine die Wagen ziehen ſoll, eben wie in dem großen Tunnel für Waaren-Trachten. Daraus läßt ſich folgern, daß die Compagnie für den Anfang einer Straße für große Geſchwindigkeiten den Vorzug einer feſtſtehenden Maſchine auf einer Rampe vor Dampfwagen anerkannt hat. Vielleicht aber hat ſie auch für die Reiſenden die Nachtheile des durch die Verbrennung und den Dampf erzeugten Gaſes in der unterirdiſchen Straße gefürchtet; wie ſich dergleichen in dem Stollen des Regent-Kanals bei dem Dampfboote Soueur gezeigt haben.

Rampen, die wenigſtens 1 auf 90 Gefälle haben, laſſen ſich vermittelſt einer Hülfsmaſchine erſteigen, die die Hälfte des Wagenzuges vor ſich her ſchiebt, während die Hauptmaſchine die andere Hälfte zieht. Damit die ſchiebende Maſchine keine Gefahr bringe, muß ihr Lauf gemäßigt, und es müſſen einige Vorkehrungen getroffen werden, welche Zeit wegnehmen.

Endlich läßt ſich eine Rampe ohne zu große Zögerung erſteigen, wenn es möglich iſt, am Fuße derſelben mit ſehr großer Geſchwindigkeit anzulangen. Durch den erlangten Trieb

können die Fuhrwerke bis auf eine gewiſſe Höhe rollen, ohne daß die Geſchwindigkeit bis unter ihr mittleres Maaß abnähme. Zu dieſem Zweck iſt es gut, eine Rampe auf einen Abhang folgen zu laſſen, wie es auf der Liverpooler-Straße bei der Rampe von Rainhill geſchehen iſt. Nach Herrn Booth bringt ein Dampfwagen, der, einen leichten Wagenzug ziehend, am Fuße dieſer Rampe mit 25½ Fuß Geſchwindigkeit anlangt, denſelben noch mit 5 Fuß Geſchwindigkeit auf den Gipfel.

Zufolge der obern Geſchwindigkeitslinie in Fig. 97 der Minard'ſchen Schrift, wird die Rampe bei Sutton von den Perſonenwägen mit abnehmender Geſchwindigkeit erſtiegen. Sie beträgt auf der Mitte der Rampe 4 Zehntheile der Geſchwindigkeit am Fuße. Wäre alſo die Rampe nur halb ſo lang, und langten die Wagen am Fuße derſelben mit 32 Fuß Geſchwindigkeit an, ſo würden ſie auf dem Gipfel noch 12⅞ Fuß Geſchwindigkeit haben.

Es ſcheint alſo wohl möglich zu ſeyn, eine Eiſenbahn auch für große Geſchwindigkeiten mit Rampen zu bauen. Die Bahn müßte aus horizontalen, oder nur 1 auf 1000 fallenden Theilen, und aus Rampen von 1 auf 92, von 320 Ruthen lang, und 41½ Fuß hoch, zuſammengeſetzt ſeyn. Dieſelben müßten wenigſtens 530 Ruthen von einander entfernt ſeyn, damit die Dampfwagen, die ihre große Geſchwindigkeit angewendet haben, eine Rampe zu erſteigen, wieder die nöthige Geſchwindigkeit für die folgende Rampe erlangen könnten. Nach dieſem Syſtem alſo, könnte eine Eiſenbahn mit 48 Fuß Abhang auf 852 Ruthen lang, alſo mit einem Gefälle von 1 auf 213 gebaut werden, auf welcher Perſonenwagen nahe an 8400 Ruthen in der Stunde zurücklegen würden. Die Stationen einer ſolchen Bahn würden nur auf die Gipfel der Rampen gelegt werden können. Mit ihrem Fuße müßten die Rampen immer auf gerade Linien zutreffen.

Es mögen nun Rampen zugelaſſen, oder vermieden werden, ſo bleibt es noch übrig, entweder die dieſelben verbindenden Strecken, oder die ganze Linie ſelbſt zu beſtimmen. Dazu

ist nöthig, zwei Bestimmungen fest zu stellen: die des Gefälles und die der Aenderung der Richtung.

Da die Dampfwagen Abhänge mit 1 auf 90 Gefälle, die dann für sie Rampen heißen, nur mit geringer Geschwindigkeit zu ersteigen vermögen, so dürfen in der gewöhnlichen Linie keine solchen Abhänge stattfinden. Folgendes sind die stärksten Abhänge, welche engländische Ingenieurs für Eisenbahnen annehmen, welche vorzugsweise von Dampfwagen mit großer Geschwindigkeit befahren werden sollen.

Auf der Straße:	Abhang
Von Leeds nach Selby . . .	1 auf 135
„ Dublin nach Klingstown . .	1 auf 168
„ Carlisle nach Newcastle . .	1 auf 200
„ London nach Brighton (Project)	1 auf 200
„ Liverpool nach Birmingham .	1 auf 290
„ London nach Birmingham .	1 auf 330
„ London nach Bristol (Project) .	1 auf 380

Die Dampfwagen bei Liverpool haben bergauf, folgende Geschwindigkeiten:

19117	Ruthen	in der	Stunde	auf	horizontaler	Bahn		
12427	„	„	„	„	einem Abhang	von	1	auf 1080
10514	„	„	„	„	„	„	1	auf 849
8603	„	„	„	„	„	„	1	auf 500
1530	„	„	„	„	„	„	1	auf 96

Man kann also annehmen, daß sie auf einem Abhange von 1 auf 360, welcher bis auf weitere Erfahrungen, das stärkste zuzulassende Gefäll seyn dürfte, 5735 Ruthen Geschwindigkeit in der Stunde haben werden. Wo zwei gegen einander laufende Abhänge auf einer sie verbindenden, zwischen liegenden, Strecke auslaufen, müssen sie mit derselben durch allmählig abnehmende Gefälle verbunden werden. Dieses ist auf der Liverpooler-Straße für einander entgegenlaufende Abhänge von 1 auf 1086 und 1 auf 96 geschehen.

Krümmungen der Eisenbahnen.

Wir haben von denselben bis jezt noch nichts gesagt, weil wir uns die Gelegenheit dazu bei den Straßen für große Geschwindigkeiten vorbehalten wollten, wo dieser Gegenstand am wichtigsten ist.

Wenn zwei paralelle Schienenstrecken eine Krümmung machen, die kreisbogenförmig vorausgesezt wird, so entstehen daraus einige Unbequemlichkeiten für das Fuhrwerk. Wenn nämlich 2 Räder von gleichem Durchmesser an einer und derselben Achse befestigt, auf einer Ebene fortrollen, so beschreiben sie paralelle, gerade Linien. Soll es möglich seyn, daß sie einen Kreisbogen beschreiben, so muß entweder das eine Rad größer seyn, oder es muß geschwinder rollen, als das andere. Da nun beides hier nicht stattfinden kann, so müssen nothwendig die beiden Räder, oder doch das eine muß auf den Schienen gleiten, und sich reiben, etwa so, als wenn die Räder gehemmt wären. Diese Reibung, welche Schienen und Räder ungemein abnuzt, ist der bewegenden Kraft nicht minder nachtheilig; sie macht, daß eine Verstärkung derselben nothwendig ist.

Eins der Mittel, welches man gegen den Uebelstand vorgeschlagen hat, ist, die Achse in der Mitte durchzuschneiden, und zwei Achsenlager mehr zu machen, so daß sich jede halbe Achse, unabhängig von der andern Hälfte, für sich drehen kann.

Ein anderes Mittel ist, innerhalb an der Schienenlinie von größerm Durchmesser, einen ebenen Theil anzubringen, welcher sich mit schwachem Gefälle, bis zu der Höhe der Schienen erhebt, so daß der Radrand hinaufsteigt und in den Fall eines Rades von größerm Durchmesser kommt, also einen Kreis beschreibet, der in dem Verhältniße des Radrandes gegen die Radfelgen, größer ist. Giebt man also der Krümmung der äußern Schienen dieses nämliche Verhältniß, so wird der Uebelstand des Gleitens der Räder gehoben. Aber in den gewöhnlichen Fällen muß dann der Halbmesser der

Bahnkrümmung sehr klein seyn; etwa nur 82 Fuß betragen, was wieder die Schwungkraft zu sehr erhöhet. Auch ist das Mittel nur für geringe Geschwindigkeiten anwendbar, wo die Wagen wenig Antrieb haben, aus der Bahn zu weichen. Desgleichen hält dann der Radrand, weil er auf die Schienen tritt, nicht mehr das Rad in der Bahn fest, und man muß, paralell mit den Schienen, ein vorspringendes Stück anbringen, gegen welches die Felge des Wagens streift.

Während aber die beiden beschriebenen Mittel die Geschwindigkeiten der Räder mit der Länge, welche sie durchlaufen sollen, in Verhältniß bringen, heben sie keineswegs die Schwungkraft auf, welche die Räder gegen die äußern Schienen drängt, die den größern Durchmesser der Krümmung der Bahn haben, oder genauer: das eine Mittel hilft diesem andern Uebelstande nur zum Theil, das andere gar nicht ab.

Um nun der Schwungkraft entgegen zu wirken, legt man die äußern Schienen, die den größern Halbmesser der Bahnkrümme haben, höher, als die innern um so viel, daß das aus der Neigung der Achse entstehende Bestreben der Last des Wagens, nach innen zu, der nach außen drängenden Schwungkraft gleich sey. Aber dieses Mittel hat wieder die Unbequemlichkeit, daß es nur für eine einzige, bestimmte Geschwindigkeit paßt. Für eine geringere Geschwindigkeit reibt sich das Rad an der innern Schiene, und für eine größere, für welche die Schwungkraft überwiegend ist, an der äußern. Da nun die Geschwindigkeiten beim Bergauf- und Bergabfahren immer verschieden sind, so ist das Mittel zur Abhülfe auf nicht horizontalen Krümmen unzulänglich, wenn man nicht etwa bergab eben so langsam fahren will, als bergauf.

Die Wirkung der Schwungkraft ist sehr gefährlich; sie verursacht nicht blos ein Reiben der Radränder an den Schienen, welches Räder und Schienen beschädigt, sondern wenn die Geschwindigkeit sehr groß, und der Halbmesser der Krümmen der Bahn sehr klein ist, so können die Radränder über die äußern Schienen springen, und da dann nichts der

Schwungkraft ſich mehr entgegenſetzt, ſo können die Wagen aus der Bahn kommen, und werden zuweilen ſelbſt umgeworfen. Das Aehnliche ſieht man ſchon an gewöhnlichen Fuhrwerken, wenn ſie mit einiger Geſchwindigkeit, die aber gegen die der Dampfwagen in keinem Vergleich iſt, einen kurzen Bogen beſchreiben. Die Wagen werden zur Seite geſchleudert, und werfen ſelbſt um. Auch drängt die Schwungkraft die Schienen ſeitwärts, wo ſie ſehr wenig Widerſtand leiſten.

Man muß deßhalb die Halbmeſſer der Krümmen der Eiſenbahnen ſo groß machen, als möglich. Die kleinſten Krümmungs-Halbmeſſer auf ausgeführten Eiſenbahnen ſind folgende:

Bei Sunderland . .	26½	Ruthen
„ Darlington . .	133	„
„ Liverpool . . .	352	„
„ Runcorn-Gap .	51	„
„ Warrington . .	531	„
zwiſchen St. Etienne und Andrezieux .	8	„
„ Lyon	133	„
„ Roanne . . .	53	„
„ Epinac . . .	93	„

Auf projectirten oder in der Ausführung begriffenen Eiſenbahnen ſind ſie:

Zwiſchen Leeds und Selby . .	265	Ruthen
„ Newcaſtle und Carliſle . .	109	„
„ Dublin und Kingstown .	101	„
„ Liverpool und Birmingham	956	„
„ London und Birmingham .	212	„
„ London und Briſtol . .	323	„
„ London und Brighton . .	855	„

Das Hinderniß, welches die Krümmung der Bahn entgegenſetzen wird, vermindert durch die Kürze des Bahnwagens, im Verhältniß zu der Entfernung der Schienen oder der Geleisweite, wodurch die Wendung deſſelben in den Krümmungen erleichtert wird. So beträgt bei den engliſchen

Bahnwagen bei der Geleisweite im Lichten der Schienen von 4 Fuß 6 Zoll, die Entfernug der beiden Radachſen nur 3 Fuß 3 Zoll bei einem Raddurchmeſſer von 3 Fuß. Ferner dadurch, daß dem Radkranze eine etwas koniſche Form gegeben, und die Bahnſchiene ſelbſt, oben etwas abgerundet wird. Jene koniſche Form des Kranzes bewirkt zugleich, daß die Räder eine Tendenz erhalten, gegen die Mitte der Bahn von der Schiene abzugleiten, wodurch ſie auf den Schienen ſo laufen, daß der Spurkranz von der Kante der Schiene entfernt bleibt, und ſich weniger an derſelben reibt. Durch dieſe koniſche Beſchaffenheit des Radkranzes ändert ſich der Halbmeſſer des Rades, indem er mehr oder weniger von der Schiene abgleitet, wodurch dann in der Krümmung die Reibung vermindert wird. Beträgt z. B. die Verjüngung des Kranzes = $\frac{1}{2}$ Zoll auf 30 Zoll Durchmeſſer des Rades, ſo kann das Rad auf der äußern Schiene auf einem Durchmeſſer von $29\frac{5}{8}$ Zoll und auf der äußere Schiene auf einem Durchmeſſer von $29\frac{7}{8}$ Zoll ſich bewegen; und in dieſem Verhältniſſe (237 : 239) können auch die Halbmeſſer der krummen Bahnen ſtehen. Folglich wird für die Geleisweite — $4\frac{1}{2}$ Fuß der Krümmungshalbmeſſer der innern Bahn, bei welcher keine beſondere Reibung wegen jener koniſchen Geſtalt mehr entſtehen wird, — $533\frac{1}{4}$ Fuß betragen. Um ferner das Abgleiten des Wagens an der äußern Schiene gegen die innere zu erleichtern, werden, wie ſchon weiter oben bemerkt, die Schienen an der Außenſeite der Krümmungen immer höher, als an der innern Seite gelegt, welche Erhöhung bei den ſchärfſten Krümmungen, deren Halbmeſſer beiläufig 40 Klafter iſt, für die Geleisweite von $4\frac{1}{2}$ Fuß, 4 bis 5 Zoll beträgt. Dadurch wird zugleich die Wirkung der Schwungkraft aufgehoben, durch welche der Wagen bei ſchneller Bewegung nach auswärts getrieben würde.

Da indeſſen durch dieſe Einrichtungen des Radkranzes bei ſchärfern Krümmungen der entſtehende Wiederſtand nur zum Theil vermieden, auch der Nachtheil damit verbunden iſt, daß der Kranz nnr mit einer kleinen Fläche auf der

Schiene läuft, wodurch die Abnutzung befördert wird; so ist es bei starken Krümmungen des Weges, und wenn das Fuhrwerk nicht mit großer Geschwindigkeit geht, vorzuziehen, die Bahn in gerader Linie fortzuführen, und da, wo die Bahnlinie sich brechen soll, die bereits in dem vierten Kapitel erwähnten Drehscheiben anzubringen, mittelst welcher in geraden gebrochenen Linien, jede Krümmung des Weges umfahren werden kann. Außerdem giebt man dem Wagen selbst eine solche Einrichtung, daß das Langwied, durch welches die Verbindung der beiden Radachsen hergestellt wird, oder daß dessen Stelle vertretende Wagengerüst, in der Mitte seiner Länge getrennt, und hier mittelst eines Zapfens oder Schlüssels beweglich ist, so daß die Stellung der Achse der Hinterräder, von jener der vordern Achse unabhängig wird, wodurch letztere zum Behufe der Leichtigkeit der Wendung sich mit der erstern nach Maaßgabe der Bahnkrümmung in einen Winkel stellt. Am vollständigsten endlich wird der in der Krümmung entstehende Widerstand beseitigt, wenn jedes Rad eine eigene Achse hat.

Dreizehntes Kapitel.

Von den Kosten, welche die Anlage der Eisenbahnen verursachen, so wie von dem Verhältniß der Bruttoeinnahme zur Nettorevenue bei verschiedenen Eisenbahnen.

Die Kosten der Eisenbahnen fallen nach Beschaffenheit des Terrains, welches sie durchlaufen, der Construction, welche dabei angewendet worden, und des ortsüblichen Preises der Materialien und des Arbeitslohns sehr verschieden aus. Man

hat behauptet, daß die Bahnen in Deutschland nur die Hälfte, ja sogar nur ein Drittel des Preises der Bahnen in England kosten würden, und hat diese Behauptung auf die Voraussetzung gegründet, daß der Preis der Grundstücke, der Materialien und des Arbeitslohns in Deutschland niedriger stehe, als in England. Der Gegenstand ist von Wichtigkeit für den Zweck unseres Werks, so daß wir zuvörderst etwas näher darauf eingehen wollen, wobei wir wieder der oft erwähnten trefflichen Schrift des Herrn Crelle „Einiges allgemein Verständliche über Eisenbahnen" folgen. Man behauptet nämlich häufig, daß, obgleich die Frequenz auf den Straßen in Deutschland im Durchschnitt geringer sey, als in England, doch auch die Kosten des Lebensunterhaltes es ungefähr in gleichem Verhältnisse seyen, also auch die Anlagekosten von Eisenbahnen, und daß folglich Eisenbahnen, weil sie in England gute Zinsen trügen, sich auch in Deutschland rentiren würden.

Daß die Frequenz in Deutschland meistens geringer ist, als in England, ist ganz wahr, so wie auch, daß es die Kosten des Lebensunterhaltes sind, aber daß in gleichem Verhältnisse die Anlagekosten von Eisenbahnen in Deutschland geringer seyn sollten, als in England, kann nicht zugegeben werden. So ist zum Beispiel ein Hauptartikel zu der Anlage der Eisenbahnen, das Eisen, in England, im Allgemeinen wohlfeiler, als in Deutschland, und hauptsächlich ist dies der Fall mit den gewalzten Schienen, die man aus diesem Grunde aus England kommen läßt, woselbst der Zentner nur ungefähr $4\frac{1}{3}$ Rthlr. kostet, während er in Deutschland, wo es erst wenige Hüttenwerke giebt, die dieses Fabrikat zu liefern vermögen, wenigstens auf 6 Rthlr. zu stehen kommt. Der Tagelohn ist ferner in England zwar allerdings 2 bis 3 Mal so hoch, als in Deutschland; aber bekanntlich leistet auch der englische Arbeiter, besser genährt, geübter und gewandter fast in demselben Verhältniße mehr, als der Deutsche. Der Beweis im Großen liegt wieder darin, daß bekanntlich die deutschen Fabriken, selbst diejenigen, welche viel gemeine

Handarbeit erfordern, nur mit großer Schwierigkeit mit den engliſchen concuriren und Preis halten können. Nebenwerke, z. B. Brücken in den Straßen, ſind ebenfalls in England nicht auffallend theurer, als in Deutſchland. Die Brücke am Santey z. B. auf der Liverpooler-Bahn, mit 9 Bogen, jeder von 48½ Fuß Spannung, 24 Fuß zwiſchen den Geländern breit, und unter den Bögen bis 58 Fuß hoch, hat etwa 300,000 Rthlr. gekoſtet; in Berlin würde eine ſolche Brücke, nach der gewiß ſichern Behauptung des Herrn Crelle mehr gekoſtet haben. Die Irwellbrücke, 63 Fuß weit, 30 Fuß hoch, und gegen 60 Fuß breit, hat etwa 58,000 Rthl. gekoſtet; die Brücke von Newton mit 4 Bogen, jeder von 29 Fuß weit, gegen 30 Fuß breit, und 27 Fuß hoch, von Ziegeln erbaut und mit Quadern bekleidet, etwa 36,000 Rthl.; die Brücke Nro. 52. über den Bridgewater-Kanal, mit 2 Bogen von 21 Fuß Weite, 30 Fuß Breite, und 20 Fuß Höhe, gegen 8000 Rthlr. Alle dieſe Brücken würden in Deutſchlands nicht leicht weniger koſten. Nur der Grund und Boden iſt in England bedeutend theurer, als in Deutſchland; auch kommen große Nebenkoſten vor, die in Deutſchland in der Regel gänzlich wegfallen. So z. B. haben bei der Liverpooler-Bahn die Koſten der Parlamentsacte allein an 200,006 Rthlr. (auf die Meile berechnet gegen 30,000 Rthlr,) betragen. Außer dieſen Artikeln aber kann nicht zugegeben werden, daß der Bau der Eiſenbahnen ſelbſt, in England bedeutend theurer ſey, als in Deutſchland; auch ſind im Ganzen die Koſten ausgeführter und beabſichtigter Eiſenbahnen dort nicht weit höher, als hier. Wenn man von den engliſchen Eiſenbahnen ſpricht, ſo hat man meiſtens, gleichſam unwillkührlich, die Liverpooler-Bahn im Sinne. Allein die in der That ungeheuren Koſten derſelben, von mehr als 800,000 Rthlr. für die Meile (mit Einſchluß des Fuhrwerks), mit 4 Reihen Schienen, rühren zuverläſſig nicht von der engliſchen Theurung, ſondern, außer von den oben erwähnten Nebenkoſten und der Theurung des Grund und Bodens, die aber doch zuſammengenommen, nur einen

Unterſchied von vielleicht nicht viel über 100,000 Rthlr. auf die Meile ausmachen, insbeſondere nur von den Terrainſchwierigkeiten her, oder vielmehr von der Art, wie man ſie zu überwinden geſucht hat. Die 50 und 60 Fuß hohen Dämme, die 70 Fuß tiefen Einſchnitte, zum Theil in Felſen, die unterirdiſchen Theile der Straße, die Durchdämmung des weit ausgedehnten Katzen-Sumpfes (Chat-Moss) u. ſ. w. haben ungeheure Summen erfordert, und es iſt ſehr die Frage, ob die Liverpooler-Bahn, wenn ſie ſo, wie ſie iſt, in Deutſchland gebaut worden wäre, viel weniger gekoſtet haben würde. Dagegen giebt es in England Eiſenbahnen, die nicht mehr, und andere, die ſogar weniger gekoſtet haben, als auf dem Continent. So hat z. B. die Bahn von St. Helen-Runcorn mit zwei Reihen Schienen, nur etwa 300,000 Rthlr. die deutſche Meile gekoſtet. Die Bahn von Boston nach Leigh etwa 350,000 Rthlr.; die Bahn von Canterbury nach Whitestable etwa 275,000 Rthlr., die von Darlington nach Stockton etwa 165,000 Rthlr. In Deutſchland giebt es noch wenig ausgedehnte Eiſenbahnen, welche zum Vergleich paßten; die von Nürnberg nach Fürth führende, welche ungefähr $^{7}/_{8}$ Meilen lang iſt, hat 100,000 Rthlr. gekoſtet. In Frankreich und Belgien aber, wo die Preiſe der Dinge von denen in Deutſchland wenig verſchieden ſind, haben die Eiſenbahnen nicht weniger gekoſtet, als in England, z. B. die Bahn bei Roanne auf die Meile 200,000 Rthlr., die von St. Etienne nach Lyon, 450,000 Rthlr. die Meile. Die Bahn von Antwerpen nach Brüſſel hat im Durchſchnitt ungefähr 200,000 Rthlr. die Meile. Die Koſten der projectirten Eiſenbahn zwiſchen Berlin und Potsdam, wo das Terrain ſo überaus günſtig iſt, wo nur unbedeutende Brücken zu erbauen ſeyn werden, wird, mit dem Fuhrwerk, die Meile über 150,000 Rthlr. koſten. Hier folgt nun erſt das auf der Beilage Stehende.

Die Direktionen dreier Eiſenbahnen machen detaillirte Rechnungen über die Benutzung dieſer Unternehmungen alle Jahre bekannt, nämlich die Direktionen der Eiſenbahnen von

Manchester, von Lyon und von Budweis. Die Direktionen der andern Gesellschaften machen ihre Jahresrechnungen entweder nicht durch den Druck bekannt, oder es enthalten diese Rechnungen nur die ganze Summe der Einnahmen und Auslagen, so daß man über die einzelnen Theile dieser Auslagen nicht unterrichtet wird.

Die Manchester- und Liverpooler-Bahn-Direktion vertheilt alle sechs Monat einen gedruckten Bericht, welcher sämmtliche Einnahmen und Ausgaben mit allem Detail aufgeführt enthält, und da die Verwaltung dieser Bahn nur ganz vorzüglichen, des öffentlichen Vertrauens würdigen Personen anvertraut ist, so kann man die in der folgenden Tabelle A vorkommenden Zahlen als zuverläßige, durch die Erfahrung bestätigte Resultate ansehen, und es wird sich nur in jedem einzelnen Falle darum handeln, die Localumstände einer zweiten Bahn zu berücksichtigen, um hierauf einen festen Anschlag gründen zu können.

Die Lyon-St. Etienne-Eisenbahn-Direktion schließt ihre Rechnungen jährlich am letzten October ab; die Resultate der Bahnbenutzung für das Jahr vom 1. November 1833 bis zum letzten Oktober 1834, dann für das Jahr vom 1. November 1834 bis zum letzten Oktober 1835, sind in der nachstehenden Tabelle B enthalten.

Die Budweis-Linzer-Eisenbahn-Direktion macht zwar in ihrem gedruckten Berichte nur einen Auszug des stattgehabten Verkehrs und sämmtlichen Auslagen und Einnahmen der ganzen Unternehmung bekannt; sie ertheil jedoch einem jeden Actionair auf Verlangen einen detaillirten Rechnungs-Abschluß. Nachstehende Tabelle C enthält die genaue Zusammenstellung der bei dieser Bahn stattgehabten Auslagen und Einnahmen während deren Benützung vom 1. März 1833 bis letzten Dezember 1835.

Wir entlehnen diese Tabelle, so wie die sich daran schließenden Betrachtungen aus einer kleinen Schrift des Herrn Franz Anton Ritter von Gerstner: „Ueber die Vortheile der Anlage einer Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskon-

s-Linzer-Bahn.

	Jan. Dez. 4		Vom 1. Jan. bis 31. Dez. 1385.		Zusammen		Von der ganzen Brutto-Einnahme nach o/o.
	ent.		Convent.		Convent.		
		Kr.	Gulden.	Kr.	Gulden.	Kr.	
1.							
	5	52	78,472	48	185,452	50	
2.	1	43	3,294	38	8,883	19	
3.	6	52	2,639	6	6,343	39	47,8
4.	4	24	1,202	30	2,755	12	
5.	9	9	3,493	37	5,962	46	
6.	8	3	4,796	34	10,429	13	
7.	4	50	2,934	26	3,959	16	
8.		55	8,190	23	23,114	57	
9.	1	4	1,496	11	3,857	39	
10.		27	989	3	3,655	57	
11.	5	52	12,276	7	18,214	21	13,2
12.	3	2	3,109	29	7,387	32	
13.	5	50	605	53	2,199	37	
14.	5	52	808	42	2,340	56	
15.	7	40	680	26	1,293	25	
16.	4	—	5,483	40	18,260	40	
17.	2	29	2,692	35	7,537	1	6,1
18.		—	314	31	1,038	22	
19.	7	57	864	11	1,583	17	
20.	3	20	2,211	57	11,464	2	
21.	3	22	9,555	40	17,455	54	32,9
22.	7	8	51,484	46	125,216	55	
	8	51	197,597	13	468451	50	100

:pool=Mancheſter=, St. Etienne=Lyoner=

pol=Mancheſter=Bahn.

Jahr 1834.			Jahr 1835.			Zuſammen			Von der ganzen Brutto=Revenüe nach %
Liv.	S.	d.	Liv.	S.	d.	Liv.	S.	d.	
15,482	14	9	18,384	17	1	55,990	15	6	
17,884	11	11	18,748	4	7	68,834	5	5	
1,354	8	0	1,382	8	0	5,361	11	4	
4,531	17	6	5,624	17	5	14,739	18	3	
6,376	2	7	7,764	15	4	24,039	17	8	39,6
34,006	10	5	32,143	17	9	118,060	18	10	
705	0	0	705	0	0	3,141	9	8	
265	2	8	411	17	3	933	8	5	
1,962	17	1	2,343	14	0	8,378	13	10	
17,314	6	3	13,653	6	2	58,317	1	1	
1,356	10	8	1,423	13	9	3,741	11	11	8,2
591	3	0	581	14	0	2,341	10	0	
937	11	5	3,504	16	8	6,630	19	11	
1,764	3	5	1,819	5	7	6,589	7	2	
2,050	2	5	2,309	16	2	8,591	17	0	
200	0	0	450	0	0	1,068	7	5	7
597	6	11	434	11	10	5,323	11	11	
4,508	14	4	5,513	14	3	19,916	13	1	
397	14	9	579	14	2	1,974	9	1	
116	15	0	95	3	4	541	19	5	
12,271	18	5	15,934	12	2	49,236	19	2	
75,038	2	11	83,621	0	0	292,274	7	0	45,2
99,683	14	5	217,430	19	6	756,029	13	1	100

Selo und Pawlowsk ꝛc." (St. Petersberg 1836.) Diese Eisenbahn wird von dem genannten berühmten Mechaniker jetzt ausgeführt.

(Siehe Tabelle A.)

B. Uebersichts-Tabelle sämmtlicher Auslagen bei der Lyon-St. Etienne Eisenbahn.

	Jahr 1834		Jahr 1835		Zusammen		Von der ganzen Brutto-Revenüe nach %
	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	
1. Transportkosten . .	597583	39	845200	26	1442783	65	48,0
2. Kosten der Zugkraft bei dem Personentransporte	155185	50	133067	85	288253	35	
3. Unterhaltungskosten des Materials	83813	82	296397	17	382210	99	
4. desgleichen der Wagen bei dem Personentransporte	13763	55	10256	52	24020	7	
5. Conducteurs	10392	81	9485	19	19878	3	
6. Omnibus von Lyon .	18203	—	10048	—	28251	—	
7. Unterhaltungskosten der Bahn	188150	58	365532	7	553682	65	12,5
8. desgleichen der Brücke de la Mulatière . .	4703	36	12066	26	16769	62	
9. Administrationskosten .	93397	95	86140	21	179538	16	7,5
10. desgleichen bei dem Personentransporte . .	9523	54	10350	9	19873	63	
11. Diverse Auslagen . .	6087	38	13538	93	19626	31	
12. desgleichen bei dem Personentransporte . .	4866	64	5494	36	10361	—	
13. Indirecte Auflagen .	53588	58	49519	26	103107	84	
14. Interessen, Discompte, Miethe ꝛc.	2989	42	5797	53	8784	95	
15. Nettogewinn der Actionaire	737381	18	719751	63	1457132	81	32,0
Bruttorevenüe-Summa	1979630	73	2574643	33	4554274	6	100

(Siehe Tabelle C.)

Bevor wir die in der letzten Columne der vorstehenden Tabellen angeführten Zahlen näher untersuchen und mit einander vergleichen, wollen wir noch den Verkehr an Reisenden und Gütern, welcher auf jeder Bahn in den letzten zwei

Jahren statt hatte, zusammenstellen. Den Direktionsberichten zufolge, war dieser Verkehr folgender:

Jahr.	Beförderte Reisende auf der			Beförderte Güter auf der		
	Manchester-Bahn.	Lyoner-Bahn.	Budweiser-Bahn.	Manchester-Bahn.	Lyoner-Bahn.	Budweiser-Bahn.
1834	458153	171468	2379	Waaren 203123 Tonnen Steinkohlen 96614 „ Summa 299737 T. jede zu $62^{4}/_{10}$ Pud. macht 18618668 Pud.	Waaren, Steinkohlen } 330876 Tonnen jede zu $61^{1}/_{10}$ Pud. macht 20216524 Pud.	Salz 265752 öster. Znt. Waaren 139649 öster. Zentner Holz 53080 öster. „ Summa 458481 östr. Zt. oder 1569381 Pud.
1835	503928	190377	3887	Waaren 215781 Tonnen Steinkohlen 105171 T. Summa 320952 Tonnen oder 19931119 Pud.	Waaren, Steinkohlen } 433179 Tonnen oder 26467237 Pud.	Salz 288192 öster. Znt. Waaren 175145 öster. Zentner Holz 41571 öster. „ Summa 504908 östr Zt. oder 1728300 Pud.

Dieſe Tabelle giebt folgende intereſſante Reſultate:

1) Perſonen-Verkehr. Im Jahre 1834 wurden auf der Mancheſter-Bahn 193 Mal, auf der Lyoner-Bahn 72 Mal ſo viel Reiſende, als auf der Budweiſer-Bahn, im Jahre 1835 wurden aber auf der Mancheſter-Bahn 130 Mal und auf der Lyoner-Bahn 49 Mal ſo viel Reiſende, als auf der Budweiſer-Bahn geführt. Im Durchſchnitte der zwei Jahre verhält ſich der Perſonen-Verkehr auf der Mancheſter-Bahn zu dem Verkehr auf der Lyoner-Bahn und zu jenem auf der Budweiſer-Bahn wie die Zahlen 154=58=1.

2) Verkehr an Gütern. Im Jahre 1834 wurden auf der Mancheſter-Bahn 12 Mal, und auf der Lyoner-Bahn 13 Mal, im Jahre 1835 aber auf der Mancheſter-Bahn 12 Mal, und auf der Lyoner-Bahn 15 Mal ſo viel Güter, als auf der Budweiſer-Eiſenbahn transportirt. Im Durchſchnitte der zwei Jahre verhält ſich der Güter-Verkehr auf der Mancheſter-Bahn zu dem Verkehr auf der Lyoner-Bahn und zu jenem auf der Budweiſer-Bahn, wie die Zahlen 12=14=1.

3) Kommen hier noch in nothwendige Betrachtung die Steigungen und die Krümmungen jeder Bahn. Die Liverpool-Mancheſter-Bahn hat in dem Tunnel unterhalb der Stadt Liverpool auf 844 Faden [1]) Länge eine Steigung von 1:48, wo alſo die Wagen mittelſt Seilen durch die feſtſtehende Dampfmaſchienen, (Ausgabenpoſten Nro. 9) aufgezogen werden müſſen, dann kömmt eine Strecke von 1131 Faden mit der Steigung 1:96 und eine gleiche Länge mit dem Gefälle 1:96 vor, in der übrigen Länge hat die Bahn Steigungen oder Gefälle, welche das Verhältniß von 1:880 nicht überſchreiten, folglich als beinahe horizontal angeſehen werden können. Die Krümmungen dieſer Bahn ſind nirgends mit einem kleinen Halbmeſſer als 933 Faden beſchrieben.

Die Lyoner-Bahn hat in ihrer ganzen Länge von St. Etienne bis Lyon ein ziemlich bedeutendes Gefälle,

---

[1]) 1 Faden iſt faſt = 7 rheinl. Fuß.

welches in einer Strecke von 19890 Metres das Verhältniß 1 : 74 hat, die Wagen müssen sonach gebremset werden, und es sind schon mehre Unglücksfälle entstanden; der kleinste Krümmungshalbmesser bei dieser Bahn beträgt 100 Metres (47 Faden.)

Die Budweis = Linzer = Bahn wurde in der 9 deutsche Meilen langen Strecke von Budweis bis Leopoldschlag unter Leitung des Herrn Fr. A. Ritter von Gerstner erbaut. Nach den von ihm aufgestellten Grundsätzen wurde in dieser ganzen Strecke nirgends eine erstiegene Höhe verloren, diese Strecke in drei Stationen getheilt, in deren jeder die Steigungen beinahe gleich waren; als Maximum der Steigung war aber das Verhältniß 1 : 120, und als Minimum des Krümmungshalbmessers die Größe von 100 Wiener Klaftern (89 Faden) bestimmt. Bei der Fortsetzung des Baues von Leopoldschlag nach Linz wurden jedoch ganz andere Grundsätze aufgestellt, indem einmal die Höhe von 172 engl. Fuß, dann 75 und an einem dritten Orte 60 engl. Fuß erstiegen wurde; ferner ist in der Länge von $1^1/_4$ deutsche Meilen die bedeutende Steigung von 1 : 46, endlich an vielen Orten ein Krümmungshalbmesser von $13^7/_3$ Faden (15 Wiener Klafter) angenommen worden. Der Erfolg hiervon war auffallend; laut dem Direktionsberichte vom Februar 1830, Seite 25, wurde damals für die Bespannung der Eisenbahnwagen kontraktmäßig ein Beitrag von 2 Kreuzer für die 9 Meilen lange Strecke von Leopoldschlag bis Budweis und 1 Kreuzer von Budweis bis Leopoldschlag gezahlt; seit aber die Bahn auf 18 deutsche Meilen bis Linz verlängert ist, kostet die Fracht 5 Mal so viel, denn noch im Jahre 1835 wurde für die Bespannung der Eisenbahnwagen pro Zentner von Linz bis Budweis $10^{26}/_{100}$ Kreuzer von Budweis bis Linz aber $5^{64}/_{100}$ Kr. bezahlt. Man sieht hieraus, wie äußerst wichtig es sey, bei der Tractirung einer Eisenbahn von richtigen Grundsätzen auszugehen.

4) Bauart der Bahn. Die Manchester = und Lyoner = Bahn haben steinerne Brücken und massive gewalzte Schienen, während bei der Budweiser = Bahn in Rücksicht des

viel kleinern Verkehrs blos hölzerne Brücken gebaut und Schienen von 2 Zoll Breite, dann $^1/_2$ Zoll Dicke angekauft und auf hölzerne Unterlagen aufgenagelt wurden.

Mit Berücksichtigung des oben Angeführten, lassen sich nun folgende wichtige Resultate aus den eben drei erwähnten Tabellen ableiten:

I. Die Transportkosten der Reisenden und Waaren, nämlich die Kosten des Auf- und Abladens, des Führens auf der Bahn, dann des fundus instructus, betragen bei der Manchester-Bahn beinahe 40 Procent, bei der Lyoner- und Budweiser-Bahn aber 48 Procent der gesammten Brutto-Einnahme. Da nun die Lyoner-Bahn durchaus ein bedeutendes Gefälle hat, wo die Wagen meistens von selbst herablaufen, während die Budweiser-Bahn über ein Gebirge geht, dessen Höhe einerseits 1076 englische Fuß, anderseits aber 1507 englische Fuß beträgt, so zeigt sich allerdings die Construction der Lyoner-Bahn als sehr schlecht, wie schon wiederholt angeführt wurde. Der Unterschied von 8 Procent zwischen der Manchester- und Budweiser-Bahn, rührt außer dem Gebirge, was die letztere zu überschreiten hat, auch noch von den schwächern Schienen der Budweiser-Bahn her, indem ein Pferd auf denselben weit weniger führt, als wenn sie massiv wären. Als Resultat aller dieser Erfahrungen kann man annehmen, daß die eigentlichen Transportkosten auf jeder Eisenbahn mit wenigstens 40 Procent der Brutto-Einnahme anzuschlagen sind. Es ist einleuchtend, daß die Kosten einen aliquoten Theil der Brutto-Einnahme ausmachen müssen.

II. Die Conservationskosten der ganzen Eisenbahn sammt Gebäuden betragen bei der Manchester-Bahn $8^1/_5$%, bei der Lyoner-Eisenbahn $12^1/_2$%, und bei der Budweiser-Eisenbahn $13^1/_5$%. Hätte man bei der letztern Bahn massive Schienen genommen, so wäre der Betrag für Erneuerung der hölzernen Unterlagen weggefallen, und die Conservationskosten würden bei der Budweiser-Bahn nur noch $9^3/_5$% der Brutto-Einnahme betragen.

Es ist inzwischen weit angemessener, die jährlichen Conservationskosten mit dem ganzen Unternehmungs-Kapitale zu vergleichen, weil der eigentliche Bau sammt Gebäuden den bei weitem größten Theil des ganzen Actien-Kapitals erfordert. Die Manchester-Eisenbahn kostet 1195156 Liv. 13 Sh. 9 d.[1]), welche verglichen mit der obigen Tabelle A unter Nro. 10 und 11 angeführten Auslagen, die jährlichen Unterhaltungskosten mit 13 Liv. von jedem 1000 Liv. des Unternehmungsfonds darstellen. Die Lyoner-Eisenbahn kostete die Summe von 14759478 Francs 16 Cent. welche, verglichen mit den auf Tabelle B unter Posten Nro. 7 und 8 angeführten Auslagen, die jährlichen Unterhaltungskosten mit 19 Francs von jedem 1000 Francs des Unternehmungsfonds ausweisen. Die Budweiser-Bahn kostete die Summe von 1654322 Gulden 7 Kreuzer C M welche, verglichen mit den, unter den Posten Nro. 8 bis 15 der Tabelle C angeführten Auslagen blos 13 Gulden von jedem 1000 Gulden des Baufonds ausmachen. Wollte man die Auslage für Holzerneuerung abschlagen, so betragen die jährlichen Unterhaltungskosten nur noch 9$^{5}/_{8}$ Gulden von jedem 1000 Gulden des Baufonds.

Jedermann, welcher nur einige Kenntnisse vom Bauwesen besitzt, wird sich gewiß über diese äußerst unbedeutenden jährlichen Conservations-Auslagen der Eisenbahnen verwundern. Bei der Budweiser-Eisenbahn wurden laut dem Direktionsberichte vom Februar 1830 in der von Herrn von Gerstner erbauten, 9 deutsche Meilen langen Strecke 122 naßgemauerte gewölbte Kanäle von 6 bis 24 Fuß Höhe, 75 hölzerne Brücken mit gemauerten Widerlagen von 6 bis 54

---

[1]) Vergleicht man diese Summe mit den weiter oben speciell angegebenen Kosten der Liverpooler-Eisenbahn, so wird man einen bedeutenden Unterschied finden, allein dieß rührt daher, daß hier die Kosten aller Erweiterungen des Unternehmens bis zum Ende des Jahres 1835 aufgeführt worden sind, oben aber nur die Anlagekosten der eigentlichen Liverpool-Manchester-Bahn bis zum Mai 1830.

Fuß Höhe und 12 bis 72 Fuß Spannung, ferner eine hölzerne Brücke durch den Krumauer Teich von 1284 Fuß Länge, endlich eine 120 Fuß lange Brücke über den Malsch-Fluß erbauet, und außerdem noch 157 kleinere Brücken und Kanäle zum Wasserablaufe unter der Bahn hergestellt; in der Verlängerung der Bahn bis Linz kommen wieder einige Hundert Brücken und Kanäle vor, und doch betragen nach Tabelle C, Posten Nro. 10, die Reparaturen bei allen diesen Brücken, Kanälen, Stütz- und Parapetmauern in 34 Monaten nur 3655 Gulden 57 Kreuzer oder in 12 Monaten noch nicht 1300 Gulden. Kann man sich bei irgend einem Straßenbaue geringere Unterhaltungskosten denken? Ist dieses ziffermäßige Resultat nicht der sprechendste Beweis für die zweckmäßige Bauführung?

Nach allen diesen Erfahrungen kann man annehmen, daß bei einer von verständigen Ingenieurs erbauten Eisenbahn, die jährlichen Auslagen der Conservation oder Unterhaltung der ganzen Bahn sammt Gebäuden höchstens mit $1^1/_2$ Procent des ganzen Unternehmungsfonds anzunehmen seyen.

III. Die Kosten der Direktion oder Administration der Unternehmung sammt allen diversen Auslagen, also die sämmtlichen Regiekosten, betragen bei der Mancheſter-Bahn 7%, bei der Lyoner $7^1/_2$%, und bei der Budweiſer-Bahn 6%. Da in den Auslagen der erstern zwei Bahnen bedeutendere Steuern oder Taxen, welche an die Krone und an die Armenfonds entrichtet wurden, erscheinen, so läßt sich, wenn man diese Steuern nicht in Anschlag nimmt, behaupten, daß die sämmtlichen Regie- und diverse Auslagen einer Eisenbahn nicht über sechs Procent der Brutto-Einnahme betragen. Es leuchtet von selbst ein, daß diese Regiekosten immer einen aliquoten Theil der Bruttorevenüe ausmachen.

IV. Werden die Auslagen für den Transport 1, für die Conservation (II), dann für die Regie (III) von der gesammten Brutto-Einnahme abgezogen, so ergiebt sich der reine Gewinn der Unternehmung; dieser beträgt bei der Mancheſter-Bahn $45^1/_2$ Procent der Brutto-Einnahme, bei der

Lyoner-Bahn aber nur 32%, dann bei der Budweiser-Bahn beinahe 33% der Brutto-Einnahmen. Hätte man bei der Budweiser-Bahn das Baukapital vermehrt und maſſive Schienen angenommen, ſo daß die, Tabelle C, Poſt Nro. 11 angeführte Auslage für Erneuerung der Holzbahn wegfiele, ſo würde der Gewinn der Unternehmung beinahe 37% der Brutto-Einnahme betragen. Die Urſachen, welche bei der Lyoner-Bahn eine ſo geringe Nettorevenüe geben, ſind lediglich in dem ſchlechten Baue jener Bahn zu ſuchen, wie ſchon früher bemerkt wurde.

Der reine Gewinn der Eiſenbahn-Unternehmungen iſt nicht jederzeit der Dividende der Actionaire gleich. Bei der Mancheſter-Bahn beſteht das Actienkapital in 796875 Liv. Sterl. und die Darlehen in beinahe 400000 Liv. Sterl., welche mit beiläufig 3¾% verzinſet werden. Hiedurch ergiebt ſich eine Dividende, wie man aus Tabelle A Poſten Nro. 22. ſieht, mit 9½ Procent für die Actien. Würde aber das ganze Kapital von ungefähr 1200000 Liv. Sterl. durch Actionaire eingezahlt worden ſeyn, ſo würde die Dividende derſelben nur 7%, nämlich die Summe von Poſten Nro. 21 und 22 betragen; die Aufnahme der Darlehen, welche überdies nicht nach und nach zurückgezahlt werden, ſondern als fortwährende Schuld ſtehen bleiben, iſt alſo für die Actionaire der Mancheſter-Bahn von weſentlichem Vortheile.

Bei der Budweiſer-Bahn iſt der Fall gerade umgekehrt. Der baare Gewinn dieſer Bahn erſcheint Tabelle C Poſten Nro. 22.; der Gewinn aus einem von der Geſellſchaft begonnenen Salzhandel belief ſich nebſtbei, laut den öffentlich bekannt gemachten Direktionsberichten vom

1. März 1833 bis den 31. Dez. 1833 auf 34387 fl. 34 kr. C. M.
1. Jän. 1834 „ „ 31. Dez. 1834 auf 35711 fl. 59 kr. „ „
1. „ 1835 „ „ 31. Dez. 1835 auf 38890 fl. 59 kr. „ „

Zuſammen alſo in 34 Monaten ſammt dem Gewinn aus der Bahnfracht auf 234252 fl. 27 kr. „ „

welche verglichen mit dem, für den Bau ſammt Zugehör

wirklich verwendeten Kapitale pr. 1654322 Gulden 7 Kreuzer gerade 5 Procent betragen. Hätten also die ersten Actionaire nicht blos 765200 Gulden C. M., sondern auch das übrige Kapital eingeschlossen, so würde jeder Actionair ohne Ausnahme seit 3 Jahren eine fünfprocentige Dividende beziehen, obgleich laut Tabelle C Posten Nro. 20 und 21 jährlich nicht unbedeutende Summen für neue Bauten verwendet werden. Leider haben die Actionaire durch Ereignisse, die hier anzuführen zu weitläufig sein würde, eingeschüchtert, es vorgezogen, Darlehen unter lästigen Bedingungen und auf so kurze Termine zu machen, daß fortwährend ein bedeutender Theil der Erträgnisse zur Verzinsung und Tilgung dieser Kapitale verwendet wird. Wir glauben, dies wird heute von den verständigen Actionairs dieser Bahn eben so bedauert, als daß man bei der Fortsetzung des Baues die oben erwähnten unrichtigen Grundsätze annahm. Erwägt man ferner, wie oben gezeigt wurde, daß der Verkehr an Reisenden auf dieser Bahn 154 Mal kleiner und von Gütern 12 Mal kleiner, als auf der Mancheſter-Bahn sey, daß also auf dieser Bahn ein wirklich sehr unbedeutender Verkehr stattfindet, selbe aber dennoch 5% des verwendeten Bau-Kapitals trägt, so dient in der That diese österreichische Bahn mehr, als jede andere zum Beweise, daß auch bei einem unbedeutenden Verkehr, selbst in gebirgigen Gegenden, die Unternehmung lohnend seyn könne, wenn sie anders mit Sachkenntniß und Thätigkeit geleitet wird.

Vergleichung des Gewinnes einer Eisenbahn aus der Beförderung von Reisenden mit dem Gewinne aus dem Transporte von Gütern.

Da die Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk vorzüglich auf den Verkehr von Reisenden begründet wird, so ist es von besonderer Wichtigkeit, das Verhältniß zu kennen, in welchem der Gewinn aus dem Per-

ſonenverkehr zu jenem aus dem Gütertransport ſteht. Dies können wir am Genaueſten aus den Rechnungen der Manchester- und Lyoner-Eiſenbahn ſehen, die Budweiſer-Eiſenbahn kann hier nicht in Anſchlag kommen, weil dort der Perſonenverkehr gar zu unbedeutend iſt. Sämmtliche Auslagen, welche bei der Liverpool-Manchester-Bahn in den 4 Jahren vom 1. Jänner 1832 bis letzten Dezember 1835 ſtatt hatten, laſſen ſich auf folgende Weiſe in Auslagen für den Perſonen- und Gütertransport zertheilen:

	Perſonen-Transport.			Güter-Transport.		
	Liv. St.	Sh.	d.	Liv. St.	Sh.	d.
Bruttorevenue . . .	413,379	12	4	342,650	0	9
Auslagen						
Gemäß Tab. A Poſt Nro. 1 und 3. . .	61,352	6	10			
Gemäß Tab. A Poſt Nro. 2, 4 und 5.	—	—	—	107,614	1	4
Gemäß Tab. A Poſt Nro. 13	655	18	11	5,975	1	0
Werden die übrigen Auslagen von 238,920 Liv. 18 Sh. 10 d. Bruttorevenue reparirt, ſo entfallen für den . . .	130,636	8	11	108,284	9	11
Summa der Auslagen	192,644	14	8	221,873	12	3
Es ergiebt ſich alſo die Nettorevenue für den	220,734	17	8	120,776	8	6
	oder 53,4% der Bruttorevenue.			oder 35,2% der Bruttorevenue.		

Bei der Lyoner-Eiſenbahn wurden die Auslagen für das Jahr 1834 nicht genau zwiſchen dem Perſonen- und Gütertransporte abgeſchieden; wir können ſelbe daher nur für das zweite Jahr, nämlich für die Zeit vom 1. November 1834 bis letzten Dezember 1835 zuſammenſtellen, und wir erhalten:

	Personen-Transport		Güter-Transport.	
	Francs.	Cent.	Francs.	Cent.
Haupt-Bruttorevenue . . .	492,360	65	1,932,680	19
Wird die übrige Bruttorevenue von 149,602 Francs 19 Cent. nach dem Verhältnisse der Haupt-Bruttorevenue repartirt, so entfällt für den	30,374	19	119,228	—
Gesammte Bruttorevenue . .	522,734	81	2,051,908	49
Auslagen				
Nach Tabelle B Post Nro. 2, 4, 5, 6, 10, 12 und 13 . .	228,221	27	—	—
Nach Tabelle B Post Nro. 1, 3, 9 und 11	—	—	1,243,276	57
Werden die übrigen Auslagen von 383,393 Francs 86 Cent. nach Verhältniß der gesammten Bruttorevenue repartirt, so entfallen für den	77,841	20	305,852	66
Summa der Auslagen . .	306,672	37	1,548,829	23
Es ergiebt sich also die Nettorevenue für den . . .	216,672	37	503,079	26
	oder 41,4% der Brutto-Revenue.		oder 24,5% der Brutto-Revenue.	

Diese Tabellen zeigen, daß bei der Manchester-Bahn der Nettogewinn bei dem Personentransport über 53% und bei der Lyoner-Bahn über 41% der Bruttoeinnahme betrage. Der Unterschied von 12% liegt theils in der Solidität des Baues, theils in der weit größern Anzahl der Reisenden, welche die Manchester-Bahn befahren. Bei dem Gütertransport auf der Manchester-Bahn beträgt dagegen der reine Gewinn etwas über 85%, bei der Lyoner-Bahn aber nur 24½% der Bruttoeinnahme. Der Unterschied liegt vorzüglich wieder in der schlechtern Ausführung der Lyoner-Bahn.

Werden die Resultate der vorstehenden zwei Tabellen zusammengestellt, so erhalten wir folgende Uebersicht.

	Anzahl der transportirten		Nettorevenüe von				Verhältniß der Nettorevenüe eines Reisenden zu der eines Puds Güter.
	Reisenden.	Pud Güter.	allen Reisenden.	sämmtlichen Gütern.	einem Reisenden.	einem Pud Güter.	
1832 bis incl. 1835 Manchester-Bahn.	1,705,518	69,908,516	Liv. Sh. d. 220734 17 8	Liv. Sh. d. 120776 8 6	31 d.	$^{9}/_{10}$ d.	77 : 1
1835 Lyoner-Bahn.	190,377	26,476,237	Fr. C. 216,672 37	Fr. C. 503,079 26	114 C.	$1^{4}/_{10}$ C.	63 : 1
							Mittleres Verhältniß 70 : 1

Hieraus erſehen wir das äußerſt wichtige Reſultat, daß bei einer Eiſenbahn der reine Gewinn aus der Beförderung eines Reiſenden eben ſo groß ſey, als der Gewinn aus dem Transport von 70 Pud [1]) Gütern. Man darf aber ja nicht der Meinung ſeyn, daß dieß Verhältniß nur ſtattfindet, wenn die meiſten transportirten Güter nur von geringem Werthe ſind, folglich einen unbedeutenden Frachtlohn zahlen; denn gerade bei der Mancheſter-Bahn, wo das Verhältniß 1: 77 als Reſultat der vierjährigen Bahnbenutzung ſtattfindet, wurden in dieſer Zeit von Waaren, nämlich rohe Baumwolle, Twiſte, Manufaktur- und andere Waaren 773,051 Tonnen von Steinkohlen aber nur 352,690 Tonnen, folglich über 2 Mal ſo viel Waaren, als Steinkohlen transportirt. Bei der Lyoner-Bahn werden zwar meiſtens Steinkohlen transportirt, allein das Verhältniß 1: 63 iſt nur aus der Benutzung eines Jahres abgeleitet, wir können alſo bei dem Verhältniß 1: 77 oder 1: 70 mit voller Sicherheit ſtehen bleiben.

Aus dieſem merkwürdigen Reſultate ſehen wir, daß die Unternehmung von Eiſenbahnen vorzüglich nur in jenen Gegenden vortheilhaft ſey, wo ein ſehr lebhafter Perſonenverkehr ſtattfindet; dagegen werden ſich Eiſenbahnen in Gegenden, wo blos Güter transportirt werden, nicht ſo gut rentiren. Sind dieſe Güter von geringerem Werthe, ſo daß ihr Frachtlohn nicht viel betragen darf, ſo wird ſelbſt ein ſehr bedeutendes Frachtquantum dieſer Güter nicht jenen reinen Nutzen geben, welchen eine viel geringere Anzahl Reiſender abwirft. Dieſe Anſicht, welche ganz aus der in Ziffern ausgeſprochenen Erfahrung entlehnt iſt, zeigt, daß von den vielen gegenwärtig in allen Gegenden der Welt, theils ſchon im Baue begriffenen, theils projectirten Eiſenbahnen allerdings jene einen reichlichen Gewinn geben können, wo ein hinlänglicher Verkehr von Reiſenden vorhanden iſt, übri-

---

[1]) Pud = 34,2 Cölln. Pfunde.

gens aber der Bau nach richtigen Grundsätzen geleitet wird. Von den projectirten Eisenbahnen in Deutschland und in Nordamerika werden sich also gewiß viele gut verzinsen, denn die Reiselust nimmt dort in einer ungemein steigenden Proportion zu. Es ist bekannt, daß in den vereinigten Staaten und zwar vorzüglich in Pensylvanien und New-York die Reiselust so weit gediehen sey, daß beinahe jede Familie von einigem Wohlstande mehrere Wochen des Jahres auf Reisen zubringt; hierdurch erklärt sich nun ganz richtig die bedeutende Zahl der dort unternommenen Eisenbahnbauten.

Da bei der Manchester-Bahn ein Reisender denselben Gewinn für die Actionaire wie 77 Pud Waare giebt, so folgt, daß in dieser Hinsicht die im Jahre 1834 beförderten 503,928 Reisende einem Quantum von 38,802,456 Pud Gütern gleich kommen, daß also die Actiengesellschaft aus einem Gesammttransporte von 58,733,575 Pud Gütern blos denselben reinen Nutzen gezogen hätte, welchen sie in demselben Jahre aus der Beförderung von 503,928 Reisenden und 19,931,119 Pud Gütern wirklich erhielt.

Vierzehntes Kapitel.

Allgemeine Regeln für Eisenbahn-Anlagen.[1])

Nicht lange nach der Vollendung der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, entstanden Zweifel über den endlichen Erfolg derselben, als einer auf den Handelsverkehr berechneten Unternehmung, und noch jetzt, nachdem die Bahn

[1]) Entlehnt aus Lardner's schon erwähntem Dampfmaschinenwerk, S. 278 ꝛc.

bereits einige Jahre befahren iſt, haben bedenkliche Menſchen noch kein feſtes Vertrauen auf die Dauer der Vortheile, welche ſie gewährt. Es wurde ſelbſt von vielen wiſſenſchaftlich gebildeten Männern lange bezweifelt, ob es möglich ſeyn würde, mit der zu Anfange des Unternehmens bewirkten unerhörten Geſchwindigkeit eine regelmäßige Fortſchaffung von Gütern und Perſonen zu unterhalten, und nachdem dieſe Möglichkeit einige Jahre lang durch regelmäßige Benutzung der Bahn war erwieſen worden, bezweifelten Manche noch immer, ob es ausführbar ſeyn würde, bei jener Geſchwindigkeit die Unternehmung dauernd nützlich zu machen, was Andere geradezu läugneten. Die Vorſteher der Actiengeſellſchaft haben die zahlreichen Schwierigkeiten, die beſiegt werden mußten, und den ungeheuren Aufwand für die Dampfwagen in ihren halbjährigen Berichten offen eingeſtanden. Manche, die bei Kanälen und anderen Mitbewerbungen der Eiſenbahnen betheiligt waren, ſchrieben die Dividenden gewiſſen Vorkehrungen der Vorſteher zu, und behaupten, daß ſie, wenn ſie den Gewinn zu theilen ſchienen, in der That ihr Kapital theilten. Dieſe Täuſchung konnte indeß nicht lange fortdauern. Die unterbrochene Bezahlung einer halbjährigen Dividende von $4\frac{1}{2}$ Procent ſeit der Eröffnung der Bahn, und der bereits vorhandene Anfang eines Reſervefonds von anſehnlichem Betrage, wie das Steigen der Actien über 100 Procent, haben ſelbſt diejenigen, die für Gründe unempfänglich ſind, zur Ueberzeugung gebracht, und die öffentliche Meinung, die anfänglich gegen die Eiſenbahnen war, hat ſich ſo leidenſchaftlich für dieſelben erklärt, daß diejenigen, zu deren Beruf ſolche Unterſuchungen gehören, verpflichtet ſind, den Eifer des Publikums eher in gehörigen Grenzen zu halten, als ihn noch mehr anzuregen.

Die Entwürfe zu großen Eiſenbahnen für die Beförderung des innern Verkehrs, welche bereits angekündigt ſind, würden bedeutende Geldmittel verlangen, wenn ſie ausgeführt werden ſollten. Bedenken wir, daß der Voranſchlag immer geringer iſt, als das wirklich erforderliche Anlage-Kapital,

ſo werden wir vielleicht keine übertriebene Schätzung machen, wenn wir die nöthige Summe zu 50 Millionen Pfund Sterling rechnen. Die Größe dieſes Betrags hat bei Manchen die Beſorgniß erregt, daß die Verwendung eines ſo anſehnlichen Kapitals auf dieſe Unternehmungen dem Intereſſe des Handels nachtheilig werden könnte. Man ſollte jedoch erwägen, daß, ſelbſt wenn alle entworfene Pläne endlich ausgeführt würden, doch bis zur Vollendung dieſer Werke vielleicht eine Zeit von wenigſtens fünfzehn bis zwanzig Jahren verfließen möchte, und das erforderliche Kapital nicht auf einmal, ſondern nach und nach in einzelnen kleinen Zahlungen verlangt wird. Selbſt wenn es wahr wäre, daß die zur Ausführung jener Entwürfe nöthigen Geldmittel anderen gewerblichen Zwecken entzogen würden, ſo würde doch die veränderte Verwendung ſo langſam geſchehen, daß ſie keine wirklichen Nachtheile herbeiführen könnte. Es iſt aber gar nicht wahrſcheinlich, daß irgend eine ſolche Ableitung von Geldmitteln nöthig ſeyn werde. Handel und Fabriken ſind in den britiſchen Inſeln in einem ungemein blühenden Zuſtande, und die jährliche Anhäufung des Kapitals iſt ſo bedeutend, daß die Schwierigkeit wahrſcheinlich nicht darin liegen möchte, Geldmittel für nutzbare Anlagen, ſondern darin, nutzbare Anlagen für das zunehmende Kapital zu finden. In Mancheſter allein ſoll die jährliche Zunahme des Kapitals nicht weniger als 3 Millionen Pfund Sterling betragen. In fünfzehn Jahren wird daher auf dieſem Handelsplatze allein der geſammte Geldbetrag für die Vollendung aller entworfenen Eiſenbahnen zu finden ſeyn, ohne anderen gewerblichen Unternehmungen Kapital zu entziehen.

Die bequeme Gelegenheit, welche die Actienvereine zur Anlegung ſelbſt eines ſehr kleinen Kapitals darbieten, die Lockung, die in der Ausſicht auf einen bedeutenden Gewinn liegt, und die geringen Zinſen, welche die Staatsſchuldſcheine geben, haben ſehr viele, große und kleine Kapitaliſten gereizt, Actien zu kaufen, mit der Abſicht, ſie zu behalten. Dagegen giebt es aber auch ſehr viele Spekulanten, welche

auf eine groſse Anzahl von Actien unterzeichnet haben, ohne die mindeſte Abſicht, ja ohne auch nur im Stande zu ſeyn, den Betrag derſelben zu bezahlen. Der Verluſt, den Leute dieſer Art erleiden können, möchte wenig Mitleid erwecken, wenn nicht die nachtheiligen Folgen zu bedenken wären, welche für die ernſtlichen Käufer entſtehen müſsten, wenn eine ungünſtige Wendung einträte und der Markt mit den Actien jener waghalſigen Spekulanten überſchwemmt würde, die nur kaufen, um wieder zu verkaufen. Es wird daher für diejenigen, die wirklich die Abſicht haben, ihr Geld in Unternehmungen dieſer Art anzulegen, nicht ohne Nutzen ſeyn, wenn wir beſtimmt uud faſslich die Hauptumſtände darlegen, von welchen die nutzbare Wirkſamkeit der Eiſenbahnen abhängig iſt, um ſie in Stand zu ſetzen, einigermaſsen eine begründete Vermuthung über die Vortheile, welche die verſchiedenen Plane verſprechen, ſich zu bilden. Wir wollen unſere Angaben nur auf einfache Thatſachen und Ergebniſſe ſtützen, die weder abgeläugnet, noch beſtritten werden können, und es meiſt andern überlaſſen, die Folgerungen daraus zu ziehen, wozu ſie führen.

Diejenigen, die ſich in Eiſenbahn-Unternehmungen einlaſſen wollen, müſſen, wie ſchon wiederholt in dem Werke bemerkt worden iſt, erſtens eine Ueberſicht der Steigungen ſich verſchaffen, oder eine genaue Angabe von allen Anhöhen der Bahnlinie von einem Endpunkte bis zum andern, wobei beſtimmt iſt, um wie viel eine geneigte Ebene auf einer beſtimmten Strecke, z. B. von 300 Fuſs ſteigt und fällt, und wie lang ſie iſt. Auch würde es zweitens nützlich ſeyn, die Länge der Halbmeſſer der verſchiedenen Krümmungen der Bahn, wie auch die Länge der Krümmungen ſelbſt zu kennen. Es iſt drittens eine Ueberſicht des Verkehrs nöthig, der in einer gegebenen Zeit auf der Heerſtraſse zwiſchen den durch eine Eiſenbahn zu verbindenden Endpunkten ſtattgefunden hat, wobei die Zahl der die Straſse befahrenden Poſtkutſchen und die durchſchnittliche Zahl der Perſonen, welche ſie fortſchaffen, angegeben werden muſs. Auch iſt eine Angabe des

Betrags der fortgeſchaften Waaren nöthig, wiewohl dieſer Punkt von geringerer Wichtigkeit iſt. Endlich muß man viertens auf die Waſſerverbindung zwiſchen den Endpunkten der künftigen Bahn ein Augenmerk richten und den Betrag, der auf ſolchen Wegen fortgeſchafften Ladungen brachten.

Hat man ſich über dieſen Punkt unterrichtet, ſo möchten die Grundſätze, die wir aufſtellen wollen, nützlich gefunden werden.

I.

Keine Eiſenbahn kann Vortheil bringen, wenn ſie nicht einen anſehnlichen Perſonenverkehr hat. Güter, Waaren, Ackerbau-Erzeugniſſe und andere Ladungen müſſen nur als Gegenſtände von untergeordneter Wichtigkeit betrachtet werden.

II.

Eine wahrſcheinliche Schätzung des Perſonenverkehrs, der ſich auf einer Eiſenbahn erwarten läßt, erhält man, wenn man die Durchſchnittszahl der Reiſenden in den letzten drei Jahren auf der Heerſtraße in doppeltem Verhältniſſe annimmt.

Die tägliche Durchſchnittszahl der Reiſenden zwiſchen Liverpool und Mancheſter, vor der Anlegung der Eiſenbahn, war gegen 450, jetzt aber iſt die Durchſchnittszahl über 1300. Auf der kurzen, im Jahre 1834 eröffneten Eiſenbahn zwiſchen Dublin und Kingstown, die nicht viel über eine deutſche Meile lange iſt, hat die Zahl der Reiſenden ungefähr in gleichem Verhältniſſe zugenommen.

III.

Perſonen werden in England mit Vortheil auf Kanälen fortgeſchafft, und zwar mit einer Geſchwindigkeit, die nicht zwei deutſche Meilen in einer Stunde überſteigt, mit Ausſchluß der Zögerungen bei Schleuſen, gegen einen Fahrpreis von einem Penny (8 Pfenningen) für jeden Reiſenden auf eine engliſche Meile. Auf der Bahn zwiſchen Liverpool und

Mancheſter rechnet man im Durchſchnitt auf den Kopf für jede Meile ungefähr $1^4/_5$ Penny, bei einer Geſchwindigkeit von 20 engliſchen oder ungefähr $4^1/_2$ deutſchen Meilen in einer Stunde.

Waaren mit einer Geſchwindigkeit von 10 engliſchen Meilen in einer Stunde auf einer Eiſenbahn fortzuſchaffen, würde nicht viel weniger koſten, als die größere Geſchwindigkeit von 20 Meilen in einer Stunde, ſo daß eine Eiſenbahn nicht gleiche Bedingungen mit einem Kanal gewähren könnte, wenn die Geſchwindigkeit gleich wäre.

IV.

Bei einem Fahrpreiſe von $1^4/_5$ Penny auf den Kopf für die Meile, iſt der Gewinn auf der Mancheſter-Bahn 100 Procent.

V.

Güter können auf Kanälen vortheilhaft gegen geringere Fracht fortgeſchafft werden, als auf Eiſenbahnen, doch iſt die Geſchwindigkeit für Güter auf Kanälen nur $^1/_3$ der Geſchwindigkeit auf der Eiſenbahn.

VI.

Auf der Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter beträgt die Fracht für Güter 3 Pence und 3 Farthings (gegen 2 Gutegroſchen 3 Pfenninge) für die Tonne auf die Meile, mit einem Gewinn von etwa 40 Procent, da zwiſchen beiden Endpunkten auch eine Kanalverbindung beſteht.

VII.

Eine lange Eiſenbahn kann mit verhältnißmäßig geringerem Aufwande befahren werden, als eine kurze.

VIII.

Dampfmaſchinen arbeiten mit der größten Wirkſamkeit und dem geringſten Aufwande, wenn der Widerſtand, den

ſie zu überwinden haben, vollkommen gleichförmig und unveränderlich iſt.

IX.

Die Veränderung des Widerſtandes auf Eiſenbahnen iſt erſtens von Steigungen, zweitens von Krümmungen abhängig.

Unter Krümmungen verſteht man überhaupt Abweichungen von der Richtung der Bahn zur Rechten oder zur Linken. Die Richtung einer Eiſenbahn kann ſich nicht plötzlich in einem Winkel verändern, ſondern muß allmählig in einer Krümmung (Curve) bewirkt werden. Iſt die Curve, wie gewöhnlich, der Bogen eines Kreiſes, ſo iſt der Halbmeſſer der Curve die Entfernung des Mittelpunktes des Kreiſes von der Curve. Dieſer Halbmeſſer iſt ein wichtiges Element in der Schätzung einer Bahn.

X.

Je mehr eine Eiſenbahn ſich einer vollkommnen Ebene nähert und je gerader ſie iſt, deſto vortheilhafter läßt ſie ſich benutzen.

XI.

Der Geſammtbetrag mechaniſcher Kraft, der erforderlich iſt, eine gegebene Laſt von einem Endpunkte der Eiſenbahn bis zum andern zu ſchaffen, iſt leicht und genau zu berechnen, wenn die Steigungen und Krümmungen bekannt ſind, und die Vorzüge verſchiedener Bahnlinien laſſen ſich dann in dieſer Beziehung mit einander vergleichen; es iſt jedoch nicht die einzige Probe, die hier in Anwendung kommen muß.

XII.

Eine Eiſenbahn, deren Steigungen über 17 Fuß in einer engliſchen Meile oder über 1 Fuß in 300 betragen, verlangt mehr mechaniſche Kraft, ſie zu befahren, als wenn ſie vollkommen eben wäre, und je mehr ſolcher hohen Steigun-

gungen auf einer Bahn vorkommen und je steiler sie sind, desto größer ist dieser Nachtheil.

XIII.

Verlangt auch eine Eisenbahn, die keine Steigungen von mehr als 1 Fuß in 300 hat, nicht mehr mechanische Kraft, als eine Ebene, so wird doch die mechanische Kraft, die sie fordert, nicht so vortheilhaft verwendet werden, und daher nicht so wohlfeil seyn.

XIV.

Eine Eisenbahn, die Steigungen von mehr, als 1 Fuß in 170 (oder 30 Fuß in einer englischen Meile) hat, verlangt für solche Steigungen Hülfs-Dampfwagen, die mit einer Kraftverschwendung und nach Verhältniß der Anzahl und Länge solcher Steigungen mit einer größeren oder geringeren Vermehrung des Aufwandes verbunden sind.

XV.

Auf einer sehr langen geneigten Ebene kann nicht ohne großen Aufwand ein Hülfs-Dampfwagen angewendet werden, und daher müssen Steigungen über 1 Fuß in 300 nur kurz seyn.

XVI.

Steigungen über 1 Fuß in 100 können nur mit Hülfe von stehenden Dampfmaschinen und Zugseilen vortheilhaft benutzt werden, aber dieses Hülfsmittel ist mit so vielen Nachtheilen verbunden, daß es bei starkem Personenverkehr kaum anwendbar ist.

XVII.

Steile Steigungen, wenn sie von den Endpunkten einer Bahnlinie abfallen, sind zulässig, vorausgesetzt, daß sie kurz sind.

XVIII.

Die Wirkung der Steigungen auf die Vermehrung des Widerstandes bei dem Hinauffahren läßt sich ermessen, wenn

man erwägt, daß bei einer Steigung von 1 Fuß in 300 der Widerstand doppelt so groß ist, als auf der Ebene, bei 1 Fuß in 170 dreimal so groß, und bei einer Steigung von 1 Fuß in 600 um die Hälfte größer.

XIX.

Bei der auf Eisenbahnen jetzt erreichbaren Geschwindigkeit sollte man Krümmungen vermeiden, deren Halbmesser kürzer als 5000 Fuß ist. Es lassen sich Mittel zur Verminderung des Widerstandes finden, aber durch die Nachlässigkeit der Wagenlenker können sie doch immer gefährlich werden. In der Nähe der Endpunkte einer Bahn ist gegen Krümmungen nichts einzuwenden.

XX.

Am nachtheiligsten ist eine Krümmung am Fuße einer geneigten Ebene, wegen der Geschwindigkeit, welche der Wagenzug bei dem Hinabfahren erlangt, und weil es zuweilen unmöglich ist, ihn zu hemmen.

XXI.

In dem Verhältnisse als die Geschwindigkeit der Dampfwagen durch die Verbesserungen, welche sie wahrscheinlich erhalten werden, sich vermehren wird, werden die mit Krümmungen verbundenen Nachtheile und Gefahren zunehmen.

XXII.

Die Schwierigkeit, die mit einem langen Tunnel verbunden ist, entsteht daraus, daß durch die Verbrennung der Kohlen die reine Lebensluft verderbt wird. Ein Tunnel auf einer ebenen Bahn sollte daher 25 bis 30 Fuß hoch seyn und durch Schachte oder andere Vorkehrungen gelüftet werden.

XXIII.

Der Uebergang aus dem Lichte in die Dunkelheit, der unangenehme Einfluß der Feuchtigkeit und im Sommer der

Wechsel einer warmen Luft mit einer kalten, werden immer Einwendungen gegen einen langen Tunnel auf einer, für einen bedeutenden Personenverkehr bestimmten Bahn seyn.

XXIV.

Alle Einwendungen gegen einen Tunnel werden verstärkt, wenn er auf einer Anhöhe ist. Die Lebensluft wird bei dem Hinauffahren in demselben Verhältnisse mehr verderbt werden, als die bewegende Kraft verstärkt wird. Hat die Anhöhe eine Steigung von 1 Fuß in 300, so wird die Luft zweimal so verdorben seyn, als auf einer Ebene, bei einer Steigung von 1 Fuß in 150 dreimal, bei 1 in 100 viermal so verdorben.

XXV.

Verlangt eine gebieterische Nothwendigkeit, auf einer Anhöhe einen Tunnel anzulegen, so muß er größer seyn und mehr Vorkehrungen zur Lüftung haben, als auf einer Ebene, in demselben Verhältnisse als der auf einer Anhöhe hervorgebrachte Widerstand größer ist, als der Widerstand auf einer Ebene.

XXVI.

Ein Tunnel sollte in Zwischenräumen, die nicht größer als 600 Fuß sind, durch Schächte Lüftung erhalten.

XXVII.

Während ein Wagenzug durch einen Tunnel fährt, können Schächte keine wirksame Lüftung geben. Die Maschine läßt die unreine Luft, die sie erzeugt, hinter sich, und die Reisenden werden von derselben umgeben, ehe sie durch die Schacht entweichen kann. Man kann jedoch den Tunnel so groß machen, daß alle daraus entstehenden nachtheiligen Folgen verhütet werden.

XXVIII.

Ein Tunnel auf einer Ebene, der nicht über 1700 Fuß lang ist, möchte ohne Nachtheile seyn, aber ein Tunnel von

gleicher Länge auf einer Anhöhe würde größere Nachtheile haben.

Es iſt im Allgemeinen zu bemerken, daß wir noch nicht viele, ja faſt gar keine Erfahrungen über die Wirkung eines Tunnels auf Eiſenbahnen haben, wo ein bedeutender Perſonenverkehr ſtattfindet. Die Eiſenbahn zwiſchen Leiceſter und Swannigton, die meiſt nur durch Kohlenfuhren aus den nahen Gruben und von den Bewohnern der umliegenden Dörfer benutzt wird, hat einen Tunnel, der auf einer beinahe vollkommenen Ebene gegen 5000 Fuß lang iſt und durch acht Schächte gelüftet wird. Dr. Lardner hat ihn oft auf einem Dampfwagen befahren, und ſelbſt in einem verſchloſſenen Wagen war die Beſchwerde ſo groß, daß ſie auf einer Bahn, wo ein ſtarker Perſonenverkehr wäre, ganz unerträglich ſeyn würde. Auf dieſer Bahn werden Kohlen, nicht Koaks gebraucht, und es wird daher ein Rauch erzeugt, der weit unangenehmer iſt, als die durch Verbrennung von Koaks erzeugten Gaſe. Die Eiſenbahn zwiſchen Leeds und Selby hat einen Tunnel auf einer beinahe ganz ebenen Linie, der gegen 2100 Fuß lang, 22 Fuß breit, 17 Fuß hoch iſt, und durch 3 Schachte gelüftet wird, die 10 Fuß im Durchmeſſer haben und 60 Fuß hoch ſind. Die Bahn wird täglich von 400 Reiſenden befahren, die bei der Fahrt durch den Tunnel nicht über Beſchwerden klagen. Man feuert auf dieſer Bahn die Dampfwagen mit Koaks.

Schließlich faſſen wir nun noch mit wenigen Worten zuſammen, wofür Eiſenbahn-Unternehmer und Actionairs bei der Vorausberechnung des Erfolges ihrer Unternehmungen ſich zu hüten haben dürften, um in ihren Erwartungen nicht getäuſcht zu werden und nicht in die Gefahr des Verluſtes großer Summen zu gerathen, und was ſie beſorgen zu laſſen haben dürften, um des Erfolges möglichſt gewiß zu ſeyn.[1])

---

[1]) Entlehnt aus dem ſchon oft citirten Crelle'ſchen Werkchen.

Zu hüten dürfte man sich haben vor allen bloß allgemein vergleichenden Schlüßen von vorhandenen Eisenbahnen auch neu zu etablirende, sowohl in Rücksicht der Anlagekosten, als der Transportkraft, sey es nach dem Maaßstabe der Frequenz oder des Verhältnisses der Transportkraft auf horizontalen Eisenbahnen und Chausseen. Dergleichen allgemeine Schätzungen haben nicht die geringste Gewißheit und das Resultat kann sehr weit von der Wirklichkeit abweichen, nicht bloß um 10 oder 20 Procent, sondern um 100 Procent und noch mehr. Es kann, wie wir schon im Anfange dieses Werks bemerkt haben, sich ereignen, daß statt der 5 oder 6 Procent reinen Ertrages, welchen die Schätzung ergiebt, am Ende die Hälfte, und noch weniger herauskommt; auch kann der umgekehrte Fall stattfinden. Es kann seyn, daß eine Eisenbahn, als Privatunternehmen sogar nicht vortheilhafter ist, als eine Chaussee an derselben Stelle; und es kann auch seyn, daß sie 10 Mal mehr einbringt, während die blos allgemeine Schätzung vielleicht irgend ein Mittel von beiden angiebt. Die Unsicherheit der Ermittelung der Kosten sowohl, als des Ertrages, durch blos vergleichende Schätzungen, ist bei Eisenbahnen fast nicht minder groß, als bei Kanälen; und wenn es nun geschieht, daß statt 5 und 6 Procent nur 2 bis 3 Procent gewonnen werden, so ist das schon nichts anders, als der Verlust der Hälfte des Anlage-Kapitals; ergiebt sich aber ein solches Resultat etwa schon vor der Vollendung des Werks mit einiger Gewißheit, so kann die Folge seyn, daß das Werk, der ungünstigen Aussicht wegen, unvollendet bleibt, und dann kann der Einfluß an Kapitalien ganz verloren gehen.

Ferner möge man sich hüten vor einer unzureichenden wiederum blos nur aus allgemeinen Schätzungen entnommenen, oder auch wohl von unrichtigen Ansichten ausgehenden Wahl der Transportkraft, der Pferde- oder Dampfkraft. Auch hier kann der wirkliche Erfolg wiederum sehr von den Erwartungen abweichen und es können große Summen verloren gehen.

Sodann hüte man sich vor scheinbaren Ersparungen, die in der Wirklichkeit keinen Gewinn bringen, eben so sehr, wie vor Verschwendung von Ueberflüssigem und Unnöthigem. Denn blos scheinbare Ersparungen sind öfters gerade die allerschlimmste Verschwendung. Dahin können, wie oben auseinandergesetzt, hölzerne, blos mit Eisen plattirte Bahnen gehören. Aus dem Gemeinplatze: Holz sey wohlfeiler, als Eisen, der unter Umständen etwas ganz Richtiges ausdrücken kann, folgt noch keineswegs ohne Weiteres, daß auch eine eisenplattirte Schienenstraße wirklich wohlfeiler sey, als eine massive Eisenbahn. Auch eine hölzerne Brücke z. B. ist, den ersten Anlagekosten nach, fast immer wohlfeiler, als eine steinerne; gleichwohl ist es noch keineswegs mit Rücksicht auf die Dauer und die Folgezeit wirklich. Wäre es so, so würde man fast nirgends steinerne Brücken sehen; und gleichwohl baut man dergleichen, und mit Recht, und selbst blos aus wahrer, richtiger Oekonomie. Es gehört ferner dahin, die zu weit gehende Ersparung an der Stärke der Schienen und der Unterstützung derselben. Auch diese Ersparung kann größere Verluste zur Folge haben, als mit der Ersparung im Verhältnisse stehen. Die Liverpooler-Bahn giebt ein redendes Beispiel davon. Vorzüglich gehört auch noch dahin die Verstärkung der Abhänge der Bahn, oder eine zu wellenförmige Profillinie derselben, um vielleicht an der Länge der Bahn, oder an den Damm-Arbeiten zu ersparen. Diese Ersparung kann die verderblichste von allen seyn; ein verhältnißmäßig geringer Gewinn kann hier eine ungemeine Erhöhung der Transportkosten zur Folge haben, die dann für alle Zeiten bleibt und wie eine schwere Steuer auf der Unternehmung lastet. Aber auch das Ueberflüssige und die Verschwendung, vielleicht nicht aus Absicht, sondern aus Mangel an Uebung und Uebersicht des technischen Projectgebers, liegt hier sehr nahe. Insbesondere die vortheilhafteste Linie einer Straße im Grundriß und im Profil zu finden, ist, gleichwie bei Chausseen, so auch bei Eisenbahnen, und bei diesem noch in weit höherem Grade, eine der schwierigsten

Aufgaben des Straßenbaues. Die Construktion einer Eisenbahn, eben wie das Steinpacken bei der Chaussee, kann Jeder bald fassen; es ist am Ende beinahe nur Sache jedes gewöhnlichen Arbeiters; aber die richtige Wahl der Linie der Straße ist schon ausschließlich die Aufgabe des Ingenieurs, und vom Nichttechniker in der Regel durchaus nicht zu lösen. Trifft Letzterer das Richtige, so ist es bloßer Zufall. Auch der bloße Theoretiker wird die Aufgabe schwer richtig lösen; denn alles Kreuz- und Quermessen und Nivelliren, was viel Geld und viel verlorene Zeit kosten kann, hilft nicht so viel, als der Blick eines praktischen Technikers. Hier also hüte man sich, diese Hauptaufgabe, anstatt einem Baumeister mit geübtem Auge und mathematischem Sinne, einem Nichttechniker oder auch einem bloßen Theoretiker zu übertragen. Die Aufgabe schein so leicht, daß auch der Nichttechniker ihr gewachsen zu seyn glauben mag; allein sie ist es in der That nicht; sie ist vielmehr ungemein schwierig.

Ueberhaupt ist ein praktischer Ingenieur bei Eisenbahnen noch bei weitem mehr, als bei Chausseen, eine Hauptperson, und dies völlig in demselben Maaße, wie diejenigen Männer, die, wenn das Werk Privat-Unternehmung ist, die Geld-Angelegenheiten leiten und besorgen. Deßhalb ist es denn auch auch sehr angemessen, daß der Ingenieur bei einer Privat-Unternehmung von Eisenbahnen selbst einer der Direktoren sey, mit der Berechtigung, über alles Technische, nach Maaßgabe des einmal beschlossenen Planes, ausschließlich und ohne weitern Einspruch der nicht technischen Direktoren, zu entscheiden und zu walten. Jede Privat-Unternehmung von Eisenbahnen, an deren Direktion der Baumeister der Bahn nicht selbst Theil hat, sondern wo die finanziellen Direktoren blos einen Baumeister beliebig zuziehen, auf die Weise etwa wie der Bauherr eines Hauses Werkleute oder allenfalls einen Architekten, mit der Befugniß, ihn nach Belieben wieder wegzuschicken und einen andern herbeizurufen, trägt den Keim vorhandener Gefahr des Mißlingens in sich. In der That kann das Unternehmen eines so durchaus technischen Gegen-

ſtandes, wie eine Eiſenbahn, offenbar mit Sicherheit nur dann gelingen, wenn eine Hauptperſon dabei, der Techniker, der eigentlich das Werk ſchaffen und herſtellen ſoll, auch volle Einwirkung hat und gegen jedes Hinderniß bei der Erfüllung ſeiner Pflicht geſichert iſt. Die Actionairs, als Bauherren, ernennen, entweder in ihrer Geſammtheit, oder beſſer durch einen erwählten Ausſchuß, Geld- und Gewerbſtändige, einen Rechtsverſtändigen und einen Techniker, aber alle in gleichem Range, zu Direktoren; denn die Wirkung aller dieſer Männer auf das Werk iſt gleich wichtig, und folglich dürfen auch der Rechts- und der Bauverſtändige offenbar nie etwa von den übrigen Direktoren abhängig ſeyn, und von ihnen entlaſſen werden können, eben ſo wenig wie umgekehrt, dieſe von ihnen.

Was Privat-Unternehmer von Eiſenbahnen ferner noch zu beobachten haben dürften, um ſich des Ertrages vorher möglichſt zu verſichern, iſt Folgendes:

Zunächſt wird der Verkehr zu ermitteln ſeyn, auf welchen man dürfte rechnen können, in ſo fern es möglich iſt, den Transport wohlfeiler, oder doch wenigſtens nicht theurer zu liefern, als auf der Chauſſee. Dieſe Ausmittelung wird in der Regel mit ziemlicher Sicherheit möglich ſeyn. Man rechne, wenn eine Zunahme des Verkehrs nicht etwa mit völliger Gewißheit vorauszuſehen iſt, nur auf den effectiven bisherigen Verkehr. Daraus wird ſich, durch Vergleichung mit vorhandenen Eiſenbahnen, und durch allgemeine Berückſichtigung der etwaigen Verſchiedenheit der örtlichen Verhältniſſe, ungefähr ergeben, keineswegs etwa, wie viel die neue Eiſenbahn eintragen dürfte, auch noch nicht einmal mit Gewißheit, ob ſie als Privat-Unternehmung überhaupt ausführbar ſey, ſondern bloß erſt; ob es rathſam ſey, die Koſten an die weitere nähere Ermittelung zu wenden, oder nicht. Findet ſich, daß dieſe nähere Ermittelung rathſam ſey, dann laſſe man durch einen auch in der Wahl von Straßen-Linien erfahrenen Straßen-Baumeiſter zunächſt im Allgemeinen die vortheilhafteſte Linie der Eiſenbahn zur Stelle ausmitteln; hierauf in dieſer Richtung das Terrain im Allgemeinen, in

einiger Breite zu beiden Seiten, ausmessen, sodann durch den nämlichen Ingenieur die Linie näher bestimmen und aussteckeu, darauf dieselbe nivelliren, und dann wieder durch den Ingenieur, die Anlagekosten sowohl, als die Transportkosten, mit Pferden und mit Dampf berechnen. Man wähle auch zu diesen Arbeiten ja einen wirklichen Straßen-Baumeister, und auch nicht etwa einen Techniker, der insbesondere nur Maschinen-Baumeister ist, was man, besonders in England, häufig unter Engineer (Ingenieur) versteht, so geschickt auch ein solcher Mann in seinem Fache sein mag. Denn die Maschinen sind bei den Eisenbahnen nur ein einzelner Theil dessen, worauf es ankommt, und nicht einmal eine Hauptschwierigkeit; um so weniger, da sie ja durch bewährte Maschinen-Baumeister in größter Vollkommenheit zu erlangen sind. Erst dann, und nur erst dann, wenn diese Vorarbeiten gemacht sind, wird sich mit Sicherheit finden, ob das Unternehmen mit Vortheil für die Actionairs ausführbar sey, und was es ungefähr eintragen dürfte, keinesweges aber eher, und keinesweges nach allgemeinen Schätzungen. Wird die vorherige Ausmessung unterlassen, und werden Actien gezeichnet, oder gar Gelder eingezahlt, ehe die Ausmessung und Berechnung geschehen ist, so können die größten Verluste entstehen. Man glaube oder fürchte hierbei nicht, daß etwa die Kosten der vorherigen Messungen überaus groß und verhältnißmäßig unerschwinglich seyn werden. Es ist zu der Beurtheilung, so weit sie nothwendig, um erst mit Sicherheit zu wissen, ob das Unternehmen ausführbar sey; und wie viel Procent Zinsen es ungefähr abwerfen werde, durchaus keine detaillirte Vermessung und keine Nivellirung bis aufs Haar, und noch viel weniger ein voluminöser Bauanschlag, mit Zeichnungen, so ausführlich, wie er zur wirklichen Ausführung des Baues gemacht zu werden pflegt, nothwendig, sondern von einem geübten Ingenieur kann Alles, was bisher nothwendig ist, sehr bald geschehen, und auch die Kosten der allgemeinen Ausmessung und Nivellirung sind keinesweges bedeutend. Man kann annehmen, daß die

gesammten Kosten der vorläufigen Messungen und Berechnungen auf die Meile Straße vielleicht nicht über 200 Thaler, höchstens 300 Thaler betragen werden. Auch sind sie für den näheren Bauplan selbst nicht verloren. Dieser Bauplan muß dann, im Fall die vorläufige Messung und Berechnung ergeben hat, daß die Eisenbahn als Privat-Unternehmung vortheilhaft seyn werde, und die Unternehmung beschlossen worden ist, nachdem man sich des Aufbringens der im Voraus überschläglich berechneten Anlagekosten versichert hat, ausgearbeitet werden, und zwar, damit nicht etwa Abänderungen entstehen, die wiederum den Erfolg von Neuem unsicher machen, wie er es vorher war, wo möglich durch den nämlichen Baumeister, der den vorläufigen Plan gemacht hat. Aber auch selbst der ausführliche Bauplan ist keineswegs mit großer Weitläufigkeit nöthig, sondern nur mit derjenigen angemessenen Genauigkeit, welcher die Weitläufigkeit häufig eher nachtheilig als förderlich ist. Insbesondere kann eine minutiöse und ängstliche Vorherberechnung der Kosten zu nichts nutzen, sie ist vielmehr bei mehreren Dingen völlig illusorisch und kostet nur unnütz Geld und Zeit. So z. B. bei den Dammarbeiten, wo die Vorausberechnung nie mit dem wirklichen Bedarf genau stimmt und stimmen kann; auch beinahe gar keinen Zweck hat, indem diese Dammarbeit niemals in Masse, sondern nur schachtruthenweise in Vording ausgeführt werden kann. Aehnlich bei anderen Dingen. Es ist völlig hinreichend, wenn die Voraus-Voranschlagung die Kosten nur bis auf etwa 5 Procent genau anzeigt, weil eine solche etwaige Differenz auf den Ertrag der Unternehmung nur einen geringen Einfluß hat, in so fern nur sonst die Transportkosten auf der Bahn richtig angeschlagen sind. Dagegen muß der ausführliche Bauplan genau und im Detail angegeben, wie zu construiren sey, welche Materialien zu nehmen seyen, und wie bei der Ausführung zu verfahren sey. Dies ist wichtiger, als die Vorausberechnung der Kosten auf Groschen und Pfennige; was doch nachher, so weitläufig es auch geschehen mag, niemals stimmt und stimmen kann.

So, und nur durch dieſes Verfahren dürfte, nach des Herrn Crelle Ueberzeugung, bei Privat-Unternehmungen von Eiſenbahnen zu einem gedeihlichen Ziele und zur Sicherheit vor Gefahr des Verluſtes bedeutender Kapitalien zu gelangen ſeyn.

Herr G. R. Crelle iſt weit entfernt, den großen Nutzen der Eiſenbahnen überhaupt zu bezweifeln oder zu verkennen, und hat er keineswegs die Abſicht, ſelbſt Privatleute von Unternehmungen abzumahnen, die zur Beförderung der Einführung der Eiſenbahnen gereichen können, ſondern nur die Abſicht, ſie auf dasjenige aufmerkſam zu machen, was ſie dabei zur Erlangung der Sicherheit des Erfolges und der Sicherung ihrer Kapitalien zu beachten haben dürften. Vielleicht aber iſt es dennoch nicht unnütz, ſchon um näher zu zeigen, wie vollkommen dieſer ſo erfahrene Techniker von dem Nutzen der Eiſenbahnen überhaupt überzeugt iſt, daß er auch noch mit wenigen Worten andeute, wie nach ſeiner Anſicht dieſer Gegenſtand überhaupt, und nicht wie hier ausſchließlich geſchehen, als Privat-Unternehmung zu betrachten ſeyn dürfte.

Eiſenbahnen ſind nämlich, nach ſeiner Ueberzeugung, immer und überall da nützlich und den Chauſſeen vorzuziehen, wo zum Transport auf denſelben überhaupt weniger Kraft und weniger Koſten nöthig ſind, als auf Chauſſeen: ganz eben ſo, wie Chauſſeen, ihrerſeits, immer und überall nützlich und den unbefeſtigten Straßen vorzuziehen ſind, wo der Transport auf denſelben weniger Kraft und weniger Koſten erfordert, als auf letzteren. Alſo dürften von den Fällen, wo Eiſenbahnen den Vorzug vor Chauſſeen haben, nur allein die ſeltenen Fälle auszunehmen ſeyn; wo eine Eiſenbahn, um die nothwendige Verminderung des Gefälles zu erlangen, ſo ſehr verlängert werden muß, daß die Ueberwindung der Reibung der Achſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Bahn, auf der längeren Straße nöthige Kraft mehr beträgt, als auf der kürzeren Chauſſee, ſo das an Transportkraft und an Transportkoſten nichts erſpart wird; oder auch

wo die besonderen Vorrichtungen, um die Lasten bergan zu heben, so schwierig sind, daß darauf mehr Kraft und Zeit verloren gehen würde, als auf einer Chaussee, in so fern auf dieser jene besonderen Vorrichtungen vermieden werden können. Daß der Ueberschuß der Anlagekosten der Eisenbahnen gegen die von Chausseen immer berücksichtigt und nach dem Maaßstabe der Zinsen desselben in Rechnung gebracht werden müsse, ist ferner, sobald von Eisenbahnen nicht bloß als Privat-Unternehmung, sondern als allgemeine Staats-Angelegenheit die Rede ist, nur bedingt richtig, weil es bei allgemeinen Verbesserungen und Vervollkommnungen, die der Staat ausführt, nicht sowohl auf den unmittelbaren, direkten Zinsen-Ertrag der angelegten Kapitalien, sondern vielmehr auf die nützlichen Erfolge überhaupt, die sich sogar öfters gar nicht in Gelde berechnen lassen, und darauf ankommt, in welchem Verhältnisse diese Erfolge mit anderen stehen, die durch ähnliche Anlage-Kapitalien zu erreichen seyn möchten. Der Fall, wenn Eisenbahnen von Privatleuten unternommen werden, ist von demjenigen, wenn der Staat oder das ganze Volk sie baut, gänzlich und wesentlich verschieden.

Unternehmen nämlich Privatleute eine Eisenbahn, so frägt es sich, ob der Ertrag, den die neue Straße unter der Bedingung abwerfen wird, daß der Transport auf derselben wenigstens schon etwas wohlfeiler sey, als auf der bisherigen Straße (jedenfalls nicht theurer, als auf einer Chaussee) nächst den Erhaltungs- und Verwaltungskosten, annehmliche Zinsen des Anlage-Kapitals nebst einem Fond zur Amortisation desselben innerhalb einer nicht zu langen Reihe von Jahren, gewähren könne. Ist dieß nicht der Fall, so ist die Unternehmung von Privatleuten durchaus nicht ausführbar, und alle Eisenbahnen, die weniger eintragen, sind für Privat-Unternehmungen gänzlich ungeeignet. Das Publikum muß sich dagegen bei allen Privat-Unternehmungen von Eisenbahnen seinerseits, einstweilen, und bis dahin, daß das Anlage-Kapital amortisirt ist, mit dem geringeren Gewinne

begnügen, der über die den Unternehmern gebührenden Zinsen ihrer Kapitalien hinaus stattfindet, bis späterhin nach geschehener Amortisation des Anlage-Kapitals, den Nachkommen die gesammte Erleichterung des Transports zu Theil wird; was aber auch ganz in der Ordnung und immer noch ganz annehmlich ist, da dem Publico ebenfalls schon gleich vom Anfange an ein Gewinn, bestände er selbst auch nur in der leichtern und bequemern Fahrt auf der Eisenbahn, als ein Geschenk, zu Theil wird, welches ihm nicht werden würde, wenn nicht die Actionairs ihre Kapitalien und die Unternehmer ihre Bemühungen hergäben.

Baut dagegen der Staat Eisenbahnen, so frägt es sich nur: erstlich, ob überhaupt diese Bauwerke Transportkraft ersparen, oder sonst Nutzen gewähren werden, etwa durch Beschleunigung des Transports, oder für andere Staatszwecke, und zwar nicht allein für den bisherigen Verkehr, sondern auch für alle Folgezeit; und dann zweitens, ob der zu hoffende Nutzen wichtiger sey und höher angeschlagen werden müsse, als der Nutzen dieser oder jener anderen Vervollkommnung, die mit gleichem Geldaufwande zu erlangen ist. Müssen beide Fragen bejahend beantwortet werden, so sind für den Staat schon Beweggründe zu der Unternehmung vorhanden, und es kommt gar nicht weiter auf das Verhältniß an, in welchem der Geldwerth, der in der nächsten Zeit zu erwartenden Ersparung an Transportkraft zu den Zinsen des Anlage-Kapitals stehe (ganz anders wie der Privat-Unternehmung); denn eines Theils ist diese Ersparung in der nächsten Zeit gar nicht die gesammte Ersparung, sondern sie kann vielmehr auf eine nicht voraus zu berechnende Höhe steigen, indem die Erleichterung des Verkehrs, besonders dann, wenn sie nicht auf einzelnen Straßenstrecken stattfindet, sondern über ein ganzes Land sich ausdehnt, den Verkehr selbst beleben und in hohem Grade vermehren kann; andern Theils kann die Erleichterung des Verkehrs auch noch für andere Staatszwecke, selbst in intellectueller und moralischer Beziehung, einen Nutzen haben, der sich nicht zu Gelde

berechnen läßt; welches beides Privat-Unternehmer, das erſte wenigſtens nicht in gleichem Maaße, das letzte gar nicht in Anſchlag bringen könnten.

Daß die erſte Frage bejahend zu beantworten ſey, iſt im Allgemeinen außer Zweifel, denn es iſt nicht zu verkennen, daß, da der Ausnahmen nur wenige ſind, Eiſenbahnen im Ganzen nicht allein wirklich eine bedeutende Erſparung an Transportkraft und Transportkoſten zu gewähren geeignet ſind, ſondern daß dann auch die Erleichterung des Verkehrs für die Geſammtmaſſe des Volkes, durch die Anreizung, welche die Leichtigkeit des Vertriebes der Produkte zum beſſern Anbau des Landes giebt, ſo wie in intellectueller und moraliſcher Rückſicht von ſehr großem und unberechnenbarem Nutzen ſeyn werde. Ob die zweite Frage ebenfalls bejahend ſey, hängt zwar ganz von Orts- und Zeitumſtänden und Verhältniſſen ab; daß indeſſen die Bejahung, wenigſtens im Friedenszuſtande, in der Regel wahrſcheinlich ſey, läßt ſich aus der Erfahrung ſelbſt, und zwar aus dem Verfahren abnehmen, welches wirklich die Staaten in Rückſicht der Straßen, mit vollem Rechte, ſchon immer befolgt haben. Dieſe Erfahrung macht es zugleich noch, gleichſam zuſammenfaſſend und überſichtlich, anſchaulich, wie weit der Fall, wenn der Staat Eiſenbahnen bauen wollte, von demjenigen der Privat-Unternehmungen verſchieden iſt. Die Staaten nämlich haben es nun ſchon ziemlich allgemein erkannt, wie wichtig die Erleichterung des Verkehrs durch gute Straßen iſt. Sie haben, in Folge dieſer Einſicht, an die Stelle der natürlichen, ſchwer fahrbaren Wege Chauſſeen geſetzt. Aber wie haben ſie dieß gethan? Sie haben die Koſten dazu aus Staats-Mitteln hergegeben, und nicht darnach gefragt, wie hoch ſich dieſe Koſten, von der Ausgabe an, verzinſen werden. Aber mit vollem Grunde haben ſie das gethan; denn der Erfolg hat bewieſen, daß das Anlage-Kapital von ſelbſt dem Staate hundertfältig ſich verzinſete und wieder einkam. Die glorreiche Regierung des preußiſchen Staates hat noch in neueſter Zeit ein glänzendes Beiſpiel dazu gegeben. Sie hat Millio-

nen hergeschossen, um das Land mit trefflich chaussirten Straßen zu durchziehen. Herr Crelle dieses Aufsatzes war einer der näheren Augenzeugen davon; denn auch er hat Gelegenheit gehabt, vom Jahre 1816 an, als Techniker zu diesem heilvollen Werke mitzuwirken. Der geringe Zoll, welcher auf den neueren Chausseen, wie auf den älteren, erhoben wird, mag kaum die Erhaltungskosten derselben decken, und ist gewiß weit entfernt, auch nur die geringsten Zinsen des Anlage-Kapitals zu gewähren; geschweige denn das Kapital zurück zu erstatten. Gleichwohl hat der Staat nicht allein dabei wohl sich befunden, sondern die neuen Straßen sind auch augenfällig mit eine Ursach und Quelle der Zunahme der Blüthe des Staats gewesen, und das Land segnet auch dafür seinen erhabenen, väterlichen König. So wie nun aber Chausseen statt der gewöhnlichen Wege dem Staate nützlich und heilsam gewesen sind, so werden es fernerhin unfehlbar auch Eisenbahnen statt der Chausseen seyn. Denn sie verhalten sich im Allgemeinen, in Rücksicht ihres Nutzens, zu Chausseen fast eben so, wie diese zu den unbefestigten Wegen. Sie sind ein zweiter, mindestens gleich großer, Schritt zur Vervollkommnung. Die Staaten werden also, eben so wie sie es nützlich fanden, Chausseen aus Staatsmitteln zu bauen, auch wiederum eben so nützlich und angemessen es finden, Eisenbahnen gleichfalls aus Staatsmitteln zu bauen, sobald es, mitten unter den übrigen noch zu erzielenden Vervollkommnungen, thunlich und räthlich seyn wird, und sie werden dabei eben so wenig darnach fragen, wie hoch sie das Anlage-Kapital verzinse, wie sie es bei den Chausseen thaten, und eben so wenig, wie sie z. B. Unterrichts- oder andere nützliche Anstalten gründen auf die Geld-Verzinsung des Kapitals sehen.

Alles dieses aber können Privatpersonen nicht thun, und so zeigt sich denn augenfällig, wie groß der Unterschied sey zwischen Unternehmungen von Eisenbahnen durch Privatleute, und durch den Staat. Zugleich aber zeigt sich, daß daraus daß Privatleute bei solchen Unternehmungen vorsichtig seyn

müſſen, durchaus nicht etwa folgt, daß Eiſenbahnen überhaupt nicht zu empfehlen wären. Vielmehr behalten dieſelben ihren groſſen und in der That unabſehlichen Werth, ſo ſchwierig auch ihre Förderung durch Privat-Unternehmungen in vielen Fällen ſeyn, und ſo groſſe Vorſicht auch bei dergleichen Unternehmungen nothwendig ſeyn mag.

Anhang I.

Von den Dampfwagen auf Chauſſeen.[1])

Wir haben bisher die Dampfkraft nur als ein Fortſchaffungsmittel auf Eiſenbahnen betrachtet, aber der Unternehmungsgeiſt iſt in neueren Zeiten dabei nicht ſtehen geblieben. Es ſind verſchiedene, zum Theil mit günſtigem Erfolge gekrönte Verſuche gemacht worden, Dampfwagen auf Chauſſeen oder Heerſtraßen zu gebrauchen. Man hat zwar die Ausführbarkeit dieſes Gedankens ſehr in Zweifel gezogen; wenn wir aber in die Geſchichte der Erfindung der Dampfmaſchine zurückblicken, ſo ſehen wir, daß ähnliche Zweifel und Bedenklichkeiten ſich faſt bei jedem wichtigen Fortſchritte derſelben erhoben haben. Vergleichen wir eine Heerſtraße und eine Eiſenbahn, ſo treten zwei Umſtände hervor, welche dieſer offenbar einen Vorzug geben. Einer dieſer Umſtände iſt, daß die aus der Unebenheit der Oberfläche entſtehenden Hinderniſſe der ſich fortwälzenden Bewegung der Räder auf einer Eiſenbahn bedeutend geringer ſind, als auf einer Landſtraße, und

1) Aus dem ſchon citirten und benutzten Werke von Lardner „über Dampfmaſchinen.“

zwar in dem Verhältniſſe von 1. zu 20. Dieſes Verhältniß aber iſt durch die Beſchaffenheit der Heerſtraße bedingt, mit welcher die Eiſenbahn verglichen wird. Eine gut gebaute Heerſtraße bietet weniger Widerſtand dar, als eine ſchlechte, und es iſt eine ausgemachte Thatſache, daß eine nach Mac Adams Syſteme gebaute Heerſtraße weit mehr Widerſtand darbietet, als eine gut gepflaſterte. Die Entſcheidung der Frage iſt daher von einer andern abhängig, nämlich ob Straßen durch Pflaſterung oder auf andere Weiſe für Dampfwagen ebener und beſſer gebaut werden können, als es die jetzt für Pferdekraft beſtimmten ſind.

Die Eiſenbahnen haben aber, außer der größern Ebenheit, noch einen andern Vorzug vor den Heerſtraßen, welchen jedoch, wie ich glaube, die Gegner der Anwendung von Dampfwagen auf den Straßen wohl ſehr übertrieben haben. Es iſt eines der längſt bekannten Geſetze der Adhäſion, daß dieſe größer zwiſchen den Oberflächen von Körpern gleicher Natur, als zwiſchen verſchiedenen iſt. So iſt ſie zwiſchen Metallen derſelben Art größer, als zwiſchen zwei Metallen verſchiedener Art. Zwiſchen zwei Metallen jeder Art aber iſt ſie größer, als zwiſchen Metall und Stein, oder zwiſchen Metall und Holz. Die Räder eines Dampfwagens haben eine größere Adhäſion an die Oberfläche des Weges und zeigen daher einen größern Widerſtand gegen das Umdrehen, ohne Fortbewegung des Wagens, als es auf einer Heerſtraße der Fall ſeyn würde, denn auf der Eiſenbahn bleibt der eiſerne Felgenkranz in Berührung mit den eiſernen Schienen, während auf einer gewöhnlichen Straße die mit Eiſen beſchlagene Felge mit der ſteinernen Oberfläche in Berührung iſt. Staub und andere ſich locker anhängende Stoffe, die ſich auf einer Heerſtraße ſammeln, wirken überdieß, wenn ſie zwiſchen die Räder und die feſte Oberfläche der Straße gedrückt werden, gewiſſermaßen wie Walzen und geben den Rädern eine größere Leichtigkeit zu gleiten, als wenn die Straße ganz rein wäre und die Räder in unmittelbarer Berührung mit der harten Oberfläche bleiben. Die Richtigkeit dieſer Bemerkung zeigt

Anſichten ſogleich entgegen, die geiſtige Beſchränktheit, die zuweilen durch eine hauptſächlich, ja ausſchließend auf einen blos praktiſchen Zweck gerichtete Bildung hervorgebracht und ſpäter durch blos praktiſche Beſtrebungen unterhalten wird, erklärt einigermaßen dieſe Erſcheinung. „Aber ich geſtehe," ſagt Dr. Lardner, „mit Befremden habe ich in den letzten zehn Jahren die gänzliche Ungläubigkeit bemerkt, die unter Männern von wiſſenſchaftlicher Bildung herrſchte, eine Ungläubigkeit, welche ſelbſt durch die unzweideutigſte praktiſche Bewährung kaum entfernt worden iſt." „Unter den wiſſenſchaftlich gebildeten Männern," ſagt Gurney, „hat meine Meinung Niemand begünſtigt, als allein der verſtorbene Dr. Wollaston."

Auch Gurney war von der falſchen Anſicht befangen, welche ſo lange hinſichtlich der Anwendung von Dampfwagen auf Eiſenbahnen verbreitet geweſen iſt, und, wie wir gezeigt haben, die Fortſchritte der Erfindung weſentlich aufgehalten hat. Ohne die Frage durch Verſuche zu entſcheiden, nahm er bei ſeinen erſten Arbeiten für ausgemacht an, daß die Adhäſion der Räder auf einer Heerſtraße zu gering ſey, um einen Wagen forttreiben zu können. Ausgezeichnete Kunſtverſtändige verſicherten ihm, wie er ſagt, daß dieß durch wirkliche Verſuche ausgemittelt ſey. Es iſt aber auffallend, daß ein ſo einſichtiger ſcharfſinniger Mann ſich nicht genauer nach den angeblichen wirklichen Verſuchen erkundigte. Genug, er nahm es als enſchieden an, daß die Räder nicht im Stande wären, den Wagen fortzutreiben, und verwendete viel Mühe und Geſchicklichkeit, Hebel und forttreibende Vorrichtungen zu erfinden, die auf den Boden ungefähr wie Pferdefüße wirkten, um den Wagen fortzutreiben. Nach mehreren fruchtloſen Verſuchen dieſer Art brachte ihn die dabei erlangte Erfahrung zur Erkenntniß der Wahrheit, und er fand, daß die Adhäſion der Räder nicht nur hinlänglich war, einen ſchwer beladenen Wagen auf einer ebenen Straße fortzutreiben, ſondern auch fähig, ihn über alle Anhöhen zu führen, die auf gewöhnlichen Heerſtraßen vorkommen.

Es würde meinem Zwecke fremd seyn, alle Schritte, welche allmählig zu einer Verbesserung seiner Erfindung führten, umständlich anzugeben. Sie ist, wie andere Erfindungen, nach mehreren Fehlschlagungen weiter gekommen, hat aber endlich den Punkt erreicht, wo sie allein durch eine umfassende praktische Anwendung zu weiterer Vollkommenheit gelangen kann.

Der Kessel der Maschine ist so eingerichtet, daß kein Theil desselben, in welchem Metall der Wirkung des Feuers ausgesetzt ist, selbst die Stäbe des Rostes nicht ausgenommen, außer Berührung mit dem Wasser wäre. Bedenkt man, wie schnell die Wirkung eines heftigen Heerdfeuers Metall zerstört, wenn nicht Wasser die Hitze abhält, sich anhäufen, so wird man einsehen, wie vortheilhaft dieser Umstand ist. Ich habe gesehen, daß die Stäbe eines neuen, nie vorher gebrauchten Rostes auf einer einzigen Fahrt, zwischen Liverpool und Manchester schmolzen, und der Erfinder einer andern Form von Dampfwagen hat dem Dr. Lardner gestanden, daß seine Roststäbe, obgleich von ansehnlicher Stärke, nicht länger, als eine Woche dauern würden. In Gurney's Kessel sind die Roststäbe selbst Röhren, die mit Wasser angefüllt sind, und bilden eigentlich einen Theil des Kessels. Dieser Kessel besteht aus drei starken metallenen Cylindern, die horizontal über einander liegen. Einen Vertical-Durchschnitt giebt Fig. 169. Die Enden der drei Cylinder sind D H und I. In die Seite des untersten Cylinders D ist eine Reihe von Röhren eingelassen, die Fig. 170 im Grundrisse zeigt. Diese Röhren sind ein wenig aufwärts gerichtet, aus einem Grunde, den wir bald erklären werden. In dem Vertical-Durchschnitte Fig. 169 kann nur eine dieser Röhren bei C sichtbar seyn. Die anderen Enden dieser Röhren A sind mit eben so viel aufrecht stehenden Röhren verbunden, von welcher E eine ist. Die oberen Enden G dieser aufrecht stehenden Röhren sind mit einer andern Reihe von Röhren K in gleicher Anzahl in Verbindung, die von G ausgehen, und, ein wenig aufwärts gerichtet, sich in dem zweiten Cylinder H endigen.

In der Ansicht des Kessels Fig. 171 sind die drei Cylinder mit denselben Buchstaben bezeichnet. Zwischen den Cylindern D und H befinden sich zwei Verbindungs-Röhren B und ähnliche zwischen den Cylindern H und I. Der Natur des Durchschnitts gemäß, können diese nur als eine einzige Röhre in Fig. 169 erscheinen. Aus dem obern Theile des Cylinders I, geht die Röhre N hervor, die der Maschine Dampf zuführt.

Man sieht, daß der Raum F auf allen Seiten von einem aus Röhren bestehenden Roste eingeschlossen ist, welcher mit den Cylindern D und H verbunden ist, die unter sich durch die Röhren B in Verbindung stehen. Es ergiebt sich hieraus, daß Wasser, dem Cylinder I zugeführt, durch die Röhren hinabfließt und wenn es den Cylinder D und die Röhre C gefüllt hat, allmählig in B und E hinaufsteigt und endlich die Röhren K und den Cylinder H füllt. Die Roströhren C E K bilden den Feuerheerd. Die Röhren C sind das Feuerlager, die Röhren E und K die Hinterwand und die Decke des Heerdes. Die Feuerthür sieht man bei M Fig 171. Der Flammenzug geht über die Röhren K, und Flammen und heiße Luft werden in den Rauchfang geführt. Der Theil der Hitze des brennenden Feuers, welcher in andern Heerden die Roststäbe zerstört, wird hier verwendet, das in den Röhren C enthaltene Wasser zu erwärmen. Die ausstrahlende Wärme des Feuers wirkt auf die Röhren K, auf die Röhren E und theilweise auf die Cylinder D und H und die Röhren B. Der Zug der heißen Luft und der Flammen, der bei A in den Kanal geht, wirkt auf die Rückseite der Röhren E und die oberen Seiten der Röhren K und geht endlich in den Rauchfang über.

Wird das Wasser in den Röhren C E K erwärmt, so wird es specifisch leichter als Wasser von geringerer Temperatur, und erhält daher ein Streben aufwärts zu steigen. Es geht schnell in H über. Die kälteren Theile gehen mittlererweile hinab, und die geneigte Lage der Röhren C und K begünstigt jenes Streben des erwärmten Wassers, so daß ein

ungemein ſchneller Umlauf hervorgebracht wird, ſobald das Feuer auf die Röhren zu wirken beginnt. Hat das Waſſer eine ſo hohe Temperatur erlangt, daß ſchnell Dampf erzeugt wird, ſo werden in den das Feuer umgebenden Röhren ſtets Blaſen gebildet, und wenn dieſe in den Röhren bleiben, ſo würde die Wirkung des Feuers nicht nur den Dampf zerſetzen, ſondern auch die Röhren glühend machen, weil das Waſſer nicht hindurchginge, um die Hitze zu entführen. Die geneigte Lage der Röhren verhindert dieſe nachtheilige Folge. Eine in den Röhren C und K entſtandene Dampfblaſe, welche das Streben hat, im Verhältniſſe ihrer Leichtigkeit gegen das Waſſer ſich zu erheben, ſteigt nothwendig aufwärts in C nach A, in K nach H. Dieſe Bewegung des Dampfes aber wird unterſtützt durch die ſchnelle Bewegung des Waſſers, die ſtets in den Röhren ſtattfindet, wie wir bereits erklärt haben; ſonſt wäre es möglich, daß ungeachtet der Leichtigkeit des Dampfes gegen Waſſer, eine Blaſe in der engen Röhre bleiben würde, ohne zu ſteigen. Ich hebe dieß beſonders hervor, weil man das Verbrennen der Röhren, wie ich glaube irrig, dem Keſſel zugeſchrieben hat. Ich habe, um die Sache durch Erfahrung zu erproben, zwei Cylinder, wie D und H, durch Glasröhren verbunden, wie die mit C E K bezeichneten. Der ſchnelle und beſtändige Umlauf des Waſſers wurde dadurch ſichtbar. Es bildeten ſich zwar Dampfblaſen in den Röhren, aber ſie giengen ſchnell in den obern Cylinder über, und ſtiegen zu der Oberfläche, ſo daß die Glasröhren nie eine höhere Temperatur erhielten, als das durch dieſelben gehende Waſſer hatte.

Dieſes iſt, meiner Meinung nach, der Hauptvorzug von Gurneys Keſſel. Kein Theil des Metalles, woraus er beſteht, kann eine höhere Temperatur erhalten, als das darin enthaltene Waſſer, und dieſe Temperatur läßt ſich, wie Jeder ſieht, mit der größten Genauigkeit regeln. Ich habe die Röhren dieſes Keſſels geſehen, während ſie ſchon lange Zeit der Wirkung des Feuers ausgeſetzt waren, und nie bemerkt, daß der Ruß der ſie bedeckte, geglüht hätte,

was der Fall gewesen seyn müßte, wenn die Röhre bis zu einem gewissen Grade wäre erhizt worden. Da der Kessel in allen Theilen cylindrisch ist, so hat er diejenige Form, welche in mechanischer Hinsicht die größte Stärke gewährt, und in gegebenen Dimensionen die größte Wassermenge enthält. Auch ist er frei von den durch ungleiche Ausdehnung entstehenden Mängeln, die so nachtheilig in röhrenförmigen Kesseln sind. Die Röhren C und K können sich frei nach ihrer Länge ausdehnen, ohne in ihren Fugen locker zu werden und ohne irgend einen Theil der Vorrichtung zu spannen. Die Röhren E, die kurz sind, können sich nur sehr wenig ausdehnen, und man sieht leicht, daß die langen Röhren, mit welchen sie verbunden sind, dadurch keine Spannung erleiden.

Verwandelt sich Wasser in Dampf, so wird jeder mit ihm verbundene fremdartige Stoff frei auf den Boden des Gefäßes niedergeschlagen, in welchem das Wasser verdampft. Alle Kessel müssen daher von Zeit zu Zeit gereiniget werden, damit solche Niederschläge sich nicht als eine Rinde auf der innern Oberfläche anhäufen,*) und dieß ist, wie man einsieht, bei röhrenförmigen Kesseln mit besondern Schwierigkeiten verbunden. In dem Kessel, den wir hier betrachten, würde die aus dem Niederschlage entstandene Rinde sich in den Röhren C und K anhäufen, und, wenn sie nicht weggeschafft würden, die Röhren endlich verstopfen, aber überdies, da sie ein schlechter Wärmeleiter ist, die nachtheilige Wirkung haben, daß sie die Hize bei dem Uebergange aus dem Feuer zu dem Wasser auffinge, wodurch das Metall der Röhre übermäßig erhizt würde. Gurney, der dieß voraussah, fiel auf ein

*) Außer besondern Vorkehrungen bei der Einrichtung des Kessels, sucht man die Anhäufung des Bodensatzes, der gewöhnlich aus kohlensaurem Kalk und zuweilen auch Kochsalz besteht, dadurch zu verhüten, daß man gekochte oder zerquetschte Kartoffeln oder die Abfälle von Malz in den Kessel wirft. Andere haben als das wirksamste Mittel einen Zusatz von gröblich gepulverter Holzkohle vorgeschlagen.

ſinnreiches chemiſches Mittel, die Anhäufung des Niederſchlags zu verhüten, indem er zuweilen eine Säure in die Röhren goß, die ſich mit dem Niederſchlage verbinden und ihn wegſchaffen mußte. Dieſes Mittel war ganz wirkſam, wiewohl die praktiſche Anwendung deſſelben in den Händen gewöhnlicher Maſchinenwärter nicht ohne Schwierigkeiten war. Gurney ließ ſich durch Wollaston bewegen, es beizubehalten, bis die Erfahrung ihm die Unmöglichkeit bewies, es bei der gewöhnlichen Benutzungsart der Keſſel wirkſam anzuwenden. Er gieng dann zu einem einfachern, aber nicht minder wirkſamen Mittel über, den Niederſchlag durch mechaniſche Vorkehrungen wegzuſchaffen. Der Mündung der Röhren gegenüber und auf der andern Seite der Cylinder D, H werden mehrere Löcher angebracht, welche, wenn der Keſſel gebraucht wird, durch Metallſchrauben verſtopft werden. Bei der Reinigung der Röhren zieht man die Schrauben heraus, und bringt durch die Löcher einen eiſernen Kratzer in die Röhren, welcher rückwärts und vorwärts geſchoben, den Niederſchlag wegräumt. Auf dieſe Weiſe kann ein gewöhnlicher Tagelöhner den Keſſel reinigen. Die Zeit, in welcher ein Keſſel dieſer Art der Reinigung bedarf, wird größtentheils durch die Beſchaffenheit des gebrauchten Waſſers bedingt. Selbſt bei dem Gebrauche des ſchlechteſten Waſſers iſt es, wie Gurney verſichert, hinlänglich, den Keſſel alle 14 Tage zu reinigen.

In den ſpäter gebauten Keſſeln hat Gurney den Zug auf dem Feuerheerde durch die Art bewirkt, wie er den überflüſſigen Dampf in den Rauchfang treibt. Dieſe Vorrichtung hat ſich vollkommen wirkſam bewieſen, und man hat gegen ihre Anwendung in Dampfwagen auf Heerſtraßen nur den Einwurf gemacht, daß ſie durch das Geräuſch, welches ſie hervorbrigt, Pferde ſcheu machen würde.

In den Dampfmaſchinen auf der Liverpool-Bahn geht der Dampf durch die Ausleerungsröhre des Cylinders gerade in den Rauchfang, indem er mit der abwechſelnden Bewegung des Kolbens ſtoßweiſe entweicht und ein Geräuſch hervorge-

bracht wird, welches auf einer Eisenbahn keine Unbequemlichkeit verursacht, auf Heerstraßen jedoch gewiß bedenklich seyn würde. In Gurney's Maschine wird der aus den Cylindern entweichende Dampf in ein Behältniß geführt, welches er Blasekasten nennt, der zu demselben Zwecke dient, wie die obere Abtheilung eines Blasebalgs. Er empfängt den Dampf aus den Cylindern in einzelnen Stößen, läßt ihn aber in einem stetigen Strome durch viele kleine Röhren in den Rauchfang entweichen. Auf diese Weise wird ein regelmäßiger Luftzug bewirkt und kein Geräusch bemerkt. Auch hat der Dampf noch einen andern Ausgang, so daß der Führer des Wagens im Stande ist, den Zug des Rauchfangs zu verstärken oder zu vermindern, oder auch ganz zu hemmen, um die Stärke des Feuers nach der Beschaffenheit der Straße zu bestimmen. Dieß ist in der Praxis eine große Bequemlichkeit, weil es auf einigen Straßen kaum nöthig ist, das Heerdfeuer durch Luftzug zu verstärken, auf andern aber ein sehr heftiges Feuer unentbehrlich ist.

Mit jenem Blasekasten ist eine andere praktisch wichtige Vorrichtung verbunden. Die Röhre, durch welche das den Kessel speisende Wasser aus dem Behälter ihm zugeführt wird, läuft in Windungen durch den Blasekasten, so daß ein langer Faden des Speisewassers der Hitze des aus dem Cylinder entweichenden und in dem Kasten eingeschlossenen Dampfes ausgesetzt ist. In dem Durchgange durch diese Röhre wird das Wasser von 12° auf 80° Reaum: erwärmt. Die Feuerungsmittel, die nöthig seyn würden, dieß zu bewirken, werden daher erspart, und man berechnet, daß dieß $^1/_6$ der zur Verdampfung des Wassers erforderlichen Feuerung beträgt. Noch wichtiger aber in einem Dampfwagen ist es, daß ein Theil des Gewichts der Maschine erspart wird, ohne ihr dadurch etwas von ihrer Kraft zu entziehen. Während das Wasser in der oben beschriebenen wurmförmigen Röhre die Wärme des in dem Blasekasten enthaltenen Dampfes aufnimmt, condensirt es $^1/_6$ des überflüssigen Dampfes, welches dann von hier in den Wasserbehälter geführt wird, so daß man auf

dieſe Weiſe $^1/_6$ an Gewicht und Raum des Waſſers erſpart, das auf dem Wagen zur Speiſung des Keſſels geführt werden muß. *)

Die Erfahrung hat bewieſen, daß dieſe Vorrichtung alle Nachtheile verhütet; die durch Geräuſch entſtehen könnten.

In allen Keſſeln verurſacht die heftige Aufwallung bei dem Sieden eine Bewegung im Waſſer und viele Gegenſtrömungen, durch welche der Dampf, wenn er auf der Oberfläche des Waſſers frei wird, einen anſehnlichen Theil des Waſſers in mechaniſcher Miſchung mit ſich wegnimmt. Geht dieſes Waßer, das keine der Eigenſchaften des Dampfes beſitzt, und die Kraft des Dampfes, mit welchem es ſich vermiſcht, nicht verſtärkt, durch die Cylinder, ſo wird ſehr viel Hitze und Waſſer verſchwendet, und es entſtehen andere nachtheilige Wirkungen. In jedem Keſſel müſſen daher Vorkehrungen gemacht werden, um das in dem Dampfe enthaltene Waſſer abzuſcheiden, ehe der Dampf in den Cylinder übergeht. In gewöhnlichen, aus Metallplatten beſtehenden Keſſeln dient der über der Oberfläche des Waſſers befindliche große Raum, der Dampfraum, zu dieſem Zwecke. Der Dampf wird hier nicht bewegt oder geſtört, das mit demſelben mechaniſch vermiſchte Waſſer fällt daher vermöge ſeiner Schwere, und im oberen Theile bleibt der reine Dampf zurück. In den kleinen röhrenförmigen Keſſeln aber hat die Sache größere Schwierigkeit gehabt. Die engen Räume, in welchen das Sieden hier ſtattfindet, ſind Urſache, daß ſich mehr Waſſer mit dem Dampfe vermiſcht, als in gewöhnlichen Keſſeln ſtatt-

*) In Keſſeln für ſtehende Maſchinen oder für Dampfſchiffe wird die Dampfröhre, nachdem ſie durch den Blaſekaſten gegangen iſt, fortgeſetzt, und läuft in mehreren Windungen über den Keſſel, um die überflüſſige Hitze nach dem Durchgange durch den Keſſel und ehe ſie den Rauchfang erreicht, aufzunehmen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei Dampfwagen auf Heerſtraßen die durch dieſe überflüſſige Hitze gewonnene Kraft nicht hinlänglich iſt, das Gewicht der Kohlen fortzuſchaffen, die nöthig ſind, ſie zu unterhalten.

finden würde, und der Mangel eines Dampfraums macht die Abſonderung des Waſſers von dem Dampfe etwas ſchwierig. Man hat dieſe Nachtheile durch mehrere ſehr ſinnreiche Erfindungen beſiegt. Ich habe bereits den durch die Einrichtung der Röhren bewirkten ſchnellen und regelmäßigen Umlauf des Dampfes beſchrieben. Die Regelmäßigkeit der Dampfſtrömungen in dieſen Röhren vermindert allein ſchon die Vermiſchung des Waſſers mit dem Dampfe. Dazu kommt noch das wirkſame Abſonderungsmittel, welches der Keſſel I gewährt, ein ziemlich großer eiſerner Cylinder, der außer dem unmittelbaren Einfluße des Feuers angebracht iſt. Der Dampf wird zum Theil ſchon in dem Cylinder H von dem Waſſer abgeſondert, und der mit dem Waſſer mechaniſch vermiſchte Dampf, der ſogenannte feuchte Dampf, geht in den Abſonderungs-Cylinder I über. Hier wo der Dampf gleichſam in ruhendem Zuſtande iſt, fallen die Waſſertheilchen nieder, und der reine Dampf bleibt in dem oberen Theile des Cylinders. Dieſer Abſonderungs-Cylinder vertritt daher völlig die Stelle des Dampfraums über der Oberfläche des Waſſers in den großen Keſſeln. Der trockene Dampf wird geſammelt, um durch die Röhre N zum Treiben der Maſchine ausgeleert zu werden, während das auf dem Boden geſammelte Waſſer durch die Röhre T in den unterſten Cylinder D geführt wird, um wieder durch den Keſſel ſeinen Umlauf zu machen.

Die Kolben der Maſchine wirken auf die Achſen der Hinterräder des Wagens, welche die Maſchine tragen, mittelſt Kurbeln, wie bei den Dampfwagen auf der Liverpool-Bahn, ſo daß die Achſe ſich ſtets umdreht, während die Maſchine arbeitet. Die auf der Achſe befindlichen Räder ſind nicht beſtändig an derſelben befeſtigt, wie bei den Eiſenbahn-Wagen, ſondern können ſich auf ihr umdrehen, wie gewöhnliche Wagenräder. An den Rädern ſind unmittelbar auf den Achſen zwei hervorragende Hebel befeſtigt, die ſich mit der Achſe drehen und die Stellung zweier entgegengeſetzten Radſpeichen haben. Sie können bald an das Rad befeſtigt, bald wegge-

kommen werden, ſo daß ſie nach dem Belieben des Wagenführers die Räder treiben, ſich mit der Achſe zu bewegen, oder der Achſe die Freiheit laſſen, ſich unabhängig von dem Rade, oder dem Rade ſich unabhängig von der Achſe umzudrehen. Die Maſchine kann mittelſt dieſer Hebel ein Rad oder beide treiben. Werden beide Hebel mit den Rädern in Verbindung gebracht, ſo bringt die Kurbelſtange beide Räder zum Umdrehen, und in dieſem Falle tritt dieſelbe Wirkung ein, die wir bei den Dampfwagen auf der Liverpool-Bahn ſehen. Selten aber iſt dieß nöthig, da die Adhäſion eines Rades mit der Straße gewöhnlich hinreichend iſt, den Wagen fortzutreiben. Der Wagen wird meiſt nur durch eines der beiden Hinterräder getrieben. Die Vorderräder drehen ſich wie gewöhnliche Wagenräder. Die Stellung dieſer Räder kann von dem Wagenführer nach Belieben mittelſt einer einfachen Vorrichtung verändert werden, und ſo wird der Wagen ſtets mit Genauigkeit und Leichtigkeit geführt.

Die zur Forttreibung eines Wagens auf gewöhnlichen Straßen nöthige Zugkraft verändert ſich nach der Beſchaffenheit der Straße, und daher iſt auch der Druck auf die Kolben der Maſchine einer Veränderung unterworfen. Noch mehr Veränderungen aber bewirken die Unebenheiten der Heerſtraßen. Die unvermeidliche Veränderung in der Stärke der treibenden Kraft wird erlangt, wenn der Dampf in dem Keſſel mittelſt des Regulator-Ventils geregelt wird, wie wir bereits bei der Beſchreibung der Dampfwagen auf Eiſenbahnen angegeben haben. In dem vorliegenden Falle aber geht man weiter. Der Dampf in dem Keſſel kann zu einem Drucke von 100 bis 200 Pfund auf den Quadratzoll geſpannt werden, wogegen der Druck auf den Kolben nicht über 30 bis 40 Pfund ſteigen darf. So ſteht dem Wagenführer ſtets eine unermeßliche Dampfkraft zu Gebote, und iſt ein Hügel zu überſteigen oder wird der Weg rauh, ſo kann er die Kraft erlangen, die er braucht, um die Schwierigkeiten zu beſiegen.

Zwei Schwierigkeiten giebt es, welche man bei der An-

wendung der Dampfwagen auf Heerstraßen immer gefürchtet hat, erstens die Erlangung hinlänglicher Kraft, um über Anhöhen und rauhe Straßenstrecken zu kommen, zweitens die vermeinte Unzulänglichkeit der Adhäsion der Räder auf Heerstraßen. Die erste dieser Schwierigkeiten hat man dadurch zu überwinden gesucht, daß man stets einen Dampf von sehr hohem Drucke mit vollkommener Sicherheit im Kessel unterhielt. Was die andere Schwierigkeit betrifft, so haben alle Versuche gezeigt, es sey kein Grund zu der Voraussetzung, daß die Adhäsion der Räder unzureichend zum Forttreiben sey. Gurney fuhr mit seinem Dampfwagen über bedeutende Anhöhen auf den Straßen um London.

Ein doppelter Kolbenhub bewirkt eine Umdrehung der treibenden Räder, und nöthigt den Wagen, sich über einen Raum zu bewegen, der dem Umfange der Räder gleich ist. Es ist daher klar, daß, je größer der Durchmesser der Räder ist, der Wagen desto besser zu geschwinder Fortschaffung paßt, wogegen Räder von kleinerem Durchmesser besser für Kraftwirkung sind. Die von der Maschine auf die Räder ausgeübte forttreibene Kraft steht im umgekehrten Verhältnisse mit dem Durchmesser der Räder. Bei Wagen, die bestimmt sind, schwere Lasten mit mäßiger Geschwindigkeit fortzuschaffen, wird man kleinere Räder anwenden, wogegen bei denjenigen, welche Reisende mit bedeutender Schnelligkeit fortschaffen sollen, Räder von wenigstens 5 Fuß Durchmesser die vortheilhaftesten sind.

Unter den vielen Vorurtheilen, zu welchen die neue Erfindung Anlaß gab, ist in seinen Wirkungen das nachtheiligste und in seiner Falschheit das auffallendste, die Meinung, daß Dampfwagen den Straßen schädlicher seyen, als die von Pferden gezogenen Wagen. Dieser Irrthum ist in dem Berichte des zur Untersuchung der Dampfwagen-Angelegenheiten ernannten Ausschusses des britischen Unterhauses klar und gründlich aufgedeckt worden. Es wird darin einleuchtend dargethan, daß Dampfwagen eine Straße nicht schneller verderben, als gewöhnliche Wagen, sondern daß die Füße der

Pferde eine Straße ſchneller zerſtören, als die Wagenräder. Dampfwagen können breite Felgenkränze haben und wirken daher auf die Straße wie Walzen, wodurch die Oberfläche derſelben Feſtigkeit erlangt. Die treibenden Räder, die erweislich nicht auf der Straße gleiten, wirken nicht nachtheiliger, als die gewöhnlichen rollenden Räder, daher wird die Straße durch Dampfwagen nicht mehr abgenutzt, als durch gewöhnliche Wagen, aber die, durch die ſtampfenden und aufmühlenden Pferdefüße verurſachte Abnutzung der Straße iſt oft weit bedeutender, als die zerſtörende Wirkung der Wagenräder. In dem angeführten Berichte iſt es erwieſen, daß die Einführung von Dampfwagen weſentlich zur Erhaltung der Landſtraßen beitragen wird, und daß Reiſende dadurch eben ſo viel erſparen werden, als ſie an Vortheilen ſchneller Fortſchaffung gewinnen.

Man hat das Gewicht der bei Dampfwagen nöthigen Maſchinerie zuweilen als einen Einwurf gegen ihre praktiſche Nützlichkeit angewendet. Gurney behauptet, es laſſe ſich durch Verbeſſerung der Maſchinerie das Gewicht ſeiner Wagen, ohne ihre fortreibende Kraft zu ſchwächen, auf 30 Zentner herabſetzen, mit Ausnahme der Ladung, der Feuerungsmittel und des Waſſers; aber er glaubt das Gewicht noch mehr vermindern zu können.

Ein von Gurney gebauter Dampfwagen, der 8 Stunden geht, verrichtet nach ſeiner Angabe das Werk von ungefähr 30 Pferden. Er berechnet, daß das Gewicht ſeines fortreibenden Wagens, der 18 Perſonen ziehen kann, dem Gewicht von 4 Pferden gleich, und der Wagen, in welchem die Reiſenden ſitzen, eben ſo ſchwer, als ein gewöhnlicher ſey, der dieſelbe Perſonenzahl faſſen könne. Die ganze Vorrichtung des fortreibenden Wagens und des Perſonenwagens würde daher ſo ſchwer ſeyn, als eine gewöhnliche Poſtkutſche mit 4 Pferden.

Dampfwagen werden zur Fortſchaffung von Perſonen oder Gütern auf gewöhnlichen Straßen in doppelter Art benutzt, entweder trägt der Wagen die Laſt, oder er zieht ſie,

und man hat bald die eine, bald die andere Weiſe verſucht. Jede hat ihre Nachtheile und Vortheile. Trägt derſelbe Wagen die Maſchine und Ladung, ſo wird das Gewicht des Ganzen im Verhältniſſe zu der Ladung geringer ſeyn, und es kann ein gröſſerer Druck auf die Räder hervorgebracht werden, um die Ladung fortzutreiben; auch glaubt man, es laſſe ſich eine gröſſere Leichtigkeit in der Wendung und Leitung des Fuhrwerks, eine gröſſere Sicherheit in dem Hinabfahren von Anhöhen und eine Erſparung am Anlage-Kapital dadurch erlangen. Dagegen werden die Reiſenden, wenn ſie ſich mit der Maſchine auf demſelben Wagen befinden, durch das Geräuſch der Maſchinerie und durch die Hitze des Keſſels und des Heerdes beläſtigt. Die Gefahr einer Exploſion iſt zwar ſo gering, daß ſie vielleicht kaum Erwähnung verdient, aber ſelbſt die Furcht vor einer Gefahr, ſey ſie auch ungegründet, ſollte nicht unbeachtet bleiben. Dieſe Beſorgniß wird offenbar gehoben oder vermindert, wenn die Reiſenden in einem von der Dampfmaſchine abgeſonderten Wagen ſitzen; der gröſte Vortheil einer ſolchen Abſonderung aber iſt, daß es dadurch erleichtert wird, eine Maſchine mit einer andern zu vertauſchen, wenn unterwegs ein Unfall oder eine Störung eintritt; und wofern ein ſolcher Unfall an einem Orte eintrete, wo keine neue Maſchine zu haben wäre; ſo könnten die Reiſenden durch Pferde weiter geſchafft werden, bis ein anderer Dampfwagen erlangt würde. Auch darin liegt ein Vortheil, daß die Wagen für Reiſende, wenn die Maſchinen ausgebeſſert oder gereiniget werden müſſen, nicht müſſig zu bleiben brauchen. Es iſt nicht dieſelbe Zahl von Wagen für Reiſende nothwendig, wenn die Maſchine gebraucht wird, ſie zu ziehen, als wenn man den Dampfwagen benutzt, ſie zu tragen.

Wird eine ſehr ſtarke Dampfmaſchine gebraucht, ſchwere Ladungen fortzuſchaffen; ſo würde es unausführbar ſeyn, die Maſchine und die Ladung auf vier Räder zu ſtellen, da der Druck ſo bedeutend ſeyn würde, daß keine Heerſtraße ihn tragen könnte. In dieſem Falle wird es unumgänglich nöthig ſeyn, wenigſtens einen Theil der Ladung auf beſondere

Wagen zu legen, um von der Maschine gezogen zu werden.

Vergleicht man Dampfwagen mit gewöhnlichen, so ist kein Vortheil; denn jene geben, einleuchtender, als die Sicherheit, die sie dem Reisenden gewähren. Die Dampfkraft steht vollkommen in unserer Gewalt und ein Dampfwagen läßt sich mit bewunderungswürdiger Genauigkeit lenken. Man kann ihn plötzlich zum Stillstehen bringen, wie groß auch die Schnelligkeit der Bewegung sey; er läßt sich in einem kleineren Raume wenden, als für einen vierspännigen Wagen nöthig ist. Bei Wendungen um scharfe Ecken ist keine Gefahr, wenn der Wagenführer nur die gewöhnliche Sorgfalt anwendet. Dagegen hat man Pferde weit weniger in der Gewalt, zumal bei der Schnelligkeit, die jetzt der Reisende für nothwendig hält. „Die Gefahr, daß die Pferde durchgehen und der Wagen umgeworfen werde — sagt Farey in dem Gutachten, daß er dem Ausschusse des Unterhauses gab — wird bei einem Dampfwagen sehr vermindert. Es ist ungemein schwer, vier solche Pferde zu lenken, die eine schwere Postkutsche 10 englische Meilen in einer Stunde ziehen können können, wenn sie scheu werden oder durchgehen, und bei so schnellem Fahren müssen sie so munter erhalten werden, daß sie immer Lust haben durchzugehen, zumal bergab und bei scharfen Krümmungen der Straße. Dampfkraft hat wenig Gefahr, da man sie vollkommen in der Gewalt hat und hemmen kann, wenn es bergab geht. Nur bei großer Nachlässigkeit kann ein Dampfwagen umgeworfen werden. Die Möglichkeit, daß der Wagen breche, wird nicht größer, als in Postkutschen seyn, wenn gehörige Sorgfalt angewendet wird. Die Gefahr des Zerspringens des Kessels, ist die einzige neue Gefahr, die bei den Dampfwagen eintritt, und diese scheint sich mit der Gefahr, welcher man bei Pferden ausgesetzt ist, nicht vergleichen zu lassen."

Wie gering die Gefahr des Zerspringens sey, wenn sie wirklich vorhanden ist, beweist die Thatsache, daß die Kessel der Dampfwagen auf der Liverpool-Bahn, die größer und

nicht so stark als Gurney's Maschinen sind, nie verderbliche Wirkungen durch Explosion gehabt haben, wiewohl sie oft gesprungen sind. Dr. Church stand nahe bei einem Dampfwagen, als der Kessel sprang. Es hatte weiter keine Wirkung, als daß das Wasser durch die Röhren in das Feuer lief, und dasselbe auslöschte.

In Fig. 172 sehen wir Gurney's Dampfwagen, der einen Wagen für Reisende nach sich zieht.

Eine der größten Schwierigkeiten, welche Dampfwagen auf Heerstraßen zu überwinden haben, ist die Fahrt über sehr steile Anhöhen; denn man giebt allgemein zu, daß mäßige Anhöhen keine bedeutende Schwierigkeiten darbieten, selbst bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse. Die Thatsache, daß Gurney mit seinem Wagen über die Anhöhe Ab Highgate, die an einem Punkte 1 in 9 Fuß Steigung hat, gekommen ist, zu einer Zeit, wo sein Dampfwagen noch sehr unvollkommen war, entscheidet die Frage über die Möglichkeit, jene Schwierigkeit zu überwinden. Es bleibt jedoch noch zu entscheiden, ob die Unbequemlichkeit, welche mit der Auffindung von Mitteln, den Schwierigkeiten bei steilen Steigungen zu begegnen, verbunden sind, nicht größer sey, als der Vortheil, sie überwinden zu können. Farey, dessen Meinung hier großes Gewicht hat, glaubt, daß es im Ganzen vortheilhafter sey, auf sehr steilen Anhöhen Postpferde zur Unterstützung des Dampfwagens zu nehmen, als sich der Unbequemlichkeit auszusetzen, für selten vorkommende Fälle die nöthige Kraft und Stärke der Maschinerie sich zu verschaffen. Kommt es bloß darauf an, eine bewegende Kraft zu erlangen, so scheint es mir, daß Gurney's Kessel völlig hinreichend seyn würde, alles zu leisten, was erforderlich wäre, um über irgend eine Anhöhe auf einer Heerstraße zu gelangen, aber man darf nicht vergessen, daß nicht bloß ein reichlicher Vorrath von bewegender Kraft, sondern auch eine Stärke und ein Gewicht der Maschinerie, die im Verhältniß zu der ausübenden Kraft stehen, unentbehrlich sind. Die Stärke und das Gewicht, die nöthig sind, um sehr steile An-

höhen zu befahren, sind weit größer, als man sie auf einer ebenen Straße oder bei geringen Höhen braucht, und es folgt daraus, daß, wenn wir über solche steile Hügel durch die bloße Kraft des Dampfwagens gelangen, die Maschine mit der ganzen Last der Maschinerie beladen werden muß; die für solche Nothfälle erforderlich ist, während eine solche Zusatzlast auf allen andern Theilen der Bahn gar nicht gebraucht wird, und daher hindert, insofern dadurch ein gleiches Gewicht an Gütern ausgeschlossen wird, die man sonst hätte fortschaffen können. Es ist jedoch zu bemerken, daß über diesen Punkt abweichende Meinungen unter den Kunstverständigen herrschen und Einige es für ausführbar halten, eine Maschine ohne unbequemes Gewicht zu bauen, die über alle Anhöhen auf einer Heerstraße gelangen könnte.

Wie dem auch seyn möge, die Schwierigkeit ist von der Art, daß sie bei dem in England befolgten verbesserten Straßenbau-System verhältnißmäßig unbedeutend ist. Müßte man bei Anhöhen, welche die Dampfmaschine nicht überwinden kann, Pferde zu Hülfe nehmen, so würde ein solcher Beistand höchstens dreimal auf den Heerstraßen zwischen London und Holyhead nöthig seyn und dasselbe gilt von anderen Straßen, auf welchen lebhafter Verkehr ist. Ich theile daher Farey's Meinung, daß es wenigstens für jetzt besser seyn werde, Wagen zu bauen, die geeignet sind, ohne Beistand über mäßige Anhöhen zu gelangen, und Postpferde zu nehmen, wenn dieß nicht möglich ist.

In dem Kessel, der in dem von Walter Hancock angegebenen Dampfwagen gebraucht wird, geschieht die Theilung des Wassers auf die Art, daß ein Behältniß durch dünne Metallplatten abgetheilt ist, und das Wasser überall zwischen einem Plattenpaar fließt, durch welche die Flamme und die heiße Luft fortgetrieben werden.

Mehrere dünne Wasserschichten sind hier auf beiden Seiten der stärksten Wirkung der Flammen und der heißen Luft ausgesetzt, so daß der Dampf von hohem Druck reichlich und schnell erzeugt wird. Die Platten, die den Kessel bilden,

sind durch ſtarke eiſerne Klammern verbunden, die ſich über den Keſſel erſtrecken. Die Entfernung zwiſchen den Platten beträgt 2 Zoll. Es giebt zehn flache Waſſerkammern dieſer Art, und zwiſchen ihnen zehn Feuerzüge. Unter den Zügen iſt der Feuerheerd oder Roſt, wo ſechs Quadratfuß Kohlen hell brennen. Die Kammern ſind alle bis auf $^2/_3$ ihrer Tiefe mit Waſſer gefüllt, und das andere Drittel iſt der Dampfraum. Die Waſſerkammern ſind in der ganzen Reihe an dem oberen Theile und dem Boden mit einander verbunden, und werden durch zwei groſſe Riegel zuſammengehalten. Nimmt man dieſe Riegel weg, ſo fallen die Kammern auseinander. Eine Pumpe führt das Waſſer dem Keſſel zu, und der Dampf geht aus dem Mittelpunkt eines der Kanäle am obern Theile.

Die Keſſel ſind ſo eingerichtet, daß ſie einen Druck von 400 bis 500 Pfund auf den Quadratzoll aushalten können; aber der durchſchnittliche Druck des Dampfes auf das Sicherheits-Ventil iſt 60 bis 100 auf den Quadratzoll. Es ſind 100 Quadratfuß Oberfläche in Berührung mit dem Waſſer, das dem Feuer ausgeſetzt iſt. Ein ſolcher Dampfwagen legt 8 engliſche Meilen zurück, ehe friſche Vorräthe von Kohlen und Waſſer eingenommen werden. Er braucht gegen zwei Bushel (168 Pfund) entſchwefelte Kohlen auf eine ſolche Station.

Hancocks Dampfwagen unterſcheidet ſich dadurch von Gurney's Maſchine, daß in jenem die Reiſenden und die Maſchine ſich auf einem und demſelben Wagen befinden. Der Keſſel iſt hinter dem Wagen. Ein Maſchinenhaus befindet ſich zwiſchen dem Keſſel und den Reiſenden, die auf dem vorderen Theile des Wagens ſitzen, ſo daß die ganze Maſchinerie hinter ihnen iſt. Die Wagen haben Platz für 14 Reiſende, und wiegen auſſer ihrem eigenen Gewichte, gegen $3^1/_2$ Tonnen. Die Radfelgen ſind $3^1/_2$ Zoll breit. Hancock behauptet, die Einrichtung ſeines Keſſels ſey von der Art, daß ſelbſt bei dem Zerſpringen deſſelben keine Gefahr zu fürchten ſey, noch auch ein anderer Nachtheil als eine Hemmung des Wagens. Nach ſeiner Angabe kam der Wagen,

während er 9 engliſche Meilen in einer Stunde zurücklegte und mit einem Druck von ungefähr 100 Pfund auf den Quadratzoll wirkte, plötzlich zum Stillſtehen gebracht werden. Anfänglich bemerkte man die Urſache der Hemmung nicht, als man aber einen der Hähne des Keſſels öffnete, fand ſich, daß weder Dampf noch Waſſer darin war. Bei weiterer Unterſuchung fand man, daß der Keſſel geſprungen war. Als man die Schrauben der Riegel löste, zeigten ſich in den Wänden der Waſſerkammern mehrere große Oeffnungen, durch welche das Waſſer in das Feuer gefloſſen war, aber man hatte weder Geräuſch noch eine Exploſion bemerkt, und der Unfall hatte ſonſt keine gefährlichen Folgen.

Dieſer Keſſel hat einige auffallende Mängel. Es iſt offenbar, daß die dünnen flachen Platten diejenige Form ſind, welche, mechaniſch betrachtet, die geringſte Stärke gewähren, und wie es ſcheint, wird auch kein weſentlicher Vortheil gewonnen, der durch die Vergrößerung der dem Feuer ausgeſetzten Oberfläche Erſatz geben könnte. Es iſt ein großer Mangel, daß ein Theil der Oberfläche jeder Platte der Wirkung des Feuers ausgeſetzt iſt, während er nicht in Berührung mit dem Waſſer iſt. In dem obern Theile der erwähnten Räume iſt nur Dampf enthalten. Kunſtverſtändige haben bemerkt, und Verſuche beſtätigen es, daß wenn Dampf auf der Oberfläche des Waſſers erhitzt wird, er ſich zerſetzt und ſeine Elaſticität verliert, dieß aber iſt nicht der einzige Nachtheil, der mit jener Einrichtung des Keſſels verbunden iſt; denn auf dieſen Theil des Metalls wirkt dennoch das Feuer, zwar mit geringerer Stärke, als auf denjenigen, der das Waſſer enthält, aber doch ſo ſtark, daß das Metall dadurch zerſtört wird. Hancock ſuchte, wie es ſcheint, dieſem Mangel dadurch abzuhelfen, daß er den flachen Waſſerkammern eine veränderte Stellung gab, indem er die unteren auf die Stelle der obern brachte und umgekehrt. Dieß mochte zu einer gleichmäßigen Abnutzung der nicht vom Waſſer berührten Platten durch die Wirkung des Feuers führen, aber das Ganze wurde darum nicht minder ſchnell zerſtört. Es

ſcheint keine Vorkehrung zur Abſonderung des Dampfes von dem mit ihm vermiſchten Waſſer vorhanden zu ſeyn, und wirklich hat dieſe Maſchine nichts, was die Stelle des Abſonderungs-Verhältniſſes in Gurney's Dampfwagen vertreten könnte. Es muß dadurch viel Kraft ungenutzt verloren gehen.

Die Roſtſtäbe ſind einer ſo ſtarken Hitze ausgeſetzt, daß ſie in einer ſtets gebrauchten Maſchine kaum eine Woche dauern; der Zug auf dem Heerde wird durch ein von der Maſchine in Bewegung geſetztes Gebläſe bewirkt. Dieß iſt vielleicht der größte Mangel dieſer Maſchine. Die Kraft, welche zur Bewegung dieſer Vorrichtung gebraucht und der Maſchine entzogen wird, iſt ſehr bedeutend. Hancock hat die auf den Achſen angebrachten Kurbeln aufgegeben, und dafür eine Kette ohne Ende und Zahnräder eingeführt. Auch dies hält Dr. Lardner für einen Mangel und für die Urſache eines großen Kraftverluſtes, wiewohl dadurch freilich die Schwächung der Achſe, welche die Kurbeln immer bewirken, vermieden wird.

Nathanael Ogle erhielt ein Patent auf einen Dampfwagen und machte einige Zeit Verſuche mit ſeiner Erfindung; da er aber ſeine Bemühungen aufgegeben zu haben ſcheint, ſo vermuthet Dr. Lardner, daß es ihm nicht gelungen iſt, diejenigen Bedingungen zu erfüllen, ohne welche die Maſchine nicht mit Erſparniß und Vortheil benützt werden konnte. Nach den Angaben, die er dem Ausſchuſſe des Unterhauſes mittheilte, beſtehen der Boden und der Obertheil des Keſſels aus Querſtücken, die inwendig cylindriſch und auswärts viereckig ſind. Durch dieſe Stücke gehen Löcher, und durch das Ganze zieht ſich eine Luftröhre, Das innere Loch der unteren Oberfläche und das untere Loch der oberen ſind etwas größer, als die übrigen. Die Luftröhre umgiebt ein kleiner Cylinder, deſſen Rand die größere Oeffnung der innern Oberfläche der unteren Vorrichtung, und die obere Oberfläche der oberen umſchließt. Beide werden durch Schrauben zuſammengehalten. Die Querſtücke werden durch Verbindungs-

ſtücke vereinigt, und das Ganze iſt ſo feſt verbunden, daß Hancock nach ſeiner Angabe in einem zehnmal kleinern Raume und bei einem zehnmal geringern Gewichte dieſelbe erhitzende Oberfläche und eben ſo viel Kraftwirkung, als durch andere Keſſel mit niedrigem Drucke gewonnen werden kann, bei weit größerer Sicherheit erlangt. Der Keſſel, mit welchem er ſeine Verſuche anſtellte, hat eine erhitzende Oberfläche von 250 Fuß, in einem Raume, der 3 Fuß 8 Zoll hoch, 3 Fuß lang, 2 Fuß 4 Zoll breit, und gegen 8 Zentner ſchwer war. Er verſorgte 2 Cylinder mit Dampf, welche durch ihre Kolben mit einer Kurbelachſe verbunden waren, je nachdem es das Bedürfniß der Maſchine verlangte. Ein Rad wurde hinlänglich befunden, außer unter ſehr ſchwierigen Umſtänden und bei Steigungen von 1 in 6 Fuß. Die Cylinder, aus welchen der Keſſel beſteht, ſind ſo klein, daß ſie einen größern Druck zu ertragen vermögen, als durch die Feuerung unter dem Keſſel erlangt werden könnte, und wenn einer dieſer Cylinder auf irgend eine Weiſe beſchädigt werden ſollte, ſo würde er bloß als ein Sicherheits-Ventil für die übrigen wirken. Selbſt bei dem größten Drucke iſt nach Hancocks Verſicherung ſeyn Keſſel nie geſprungen und nach zwölfmonatlichem Gebrauch nie gereiniget worden.

Dr. Church in Birmingham erhielt mehrere Patente auf Erfindungen, die mit Dampfwagen für Heerſtraßen in Verbindung ſtanden. Es bildete ſich ein Verein vermögender Männer in Birmingham, um Maſchinen nach ſeinem Plane zu bauen. Sein Keſſel iſt von Kupfer. Das Waſſer befindet ſich zwiſchen zwei Kupferplatten, die durch kupferne Nägel verbunden ſind, ungefähr in der Art, wie der obere Theil einer Matraze mit dem untern. Dieſe Doppelplatten bilden einen rechtwinkligen Kaſten, deſſen Inneres den Feuerheerd und das Aſchenloch enthält. Ueber dem Ende deſſelben befindet ſich der Dampfkaſten. Der unmittelbaren Wirkung des Feuers iſt eine ſo große Oberfläche ausgeſetzt, daß mit großer Schnelligkeit Dampf erzeugt wird. Bei ſolchen Keſſeln iſt es ſehr ſchwierig, den Niederſchlag wegzuräumen, der ſich zwi-

ſchen zwei ſo enge verbundenen Kupferplatten als Pfannenſtein anhäufen muß. Church wollte ihn durch eine ſich leicht mit demſelben verbindende Säure wegſchaffen. Es iſt das Mittel, welches Gurney auf Wollastons Empfehlung gebrauchte, er hat jedoch nach ſeiner Verſicherung gefunden, daß es bei der gewöhnlichen Benutzungsart der Keſſel nicht anwendbar iſt.

Auch fürchtet Dr. Lardner, daß in den Räumen zwiſchen den Kupferplatten, welche den beſchriebenen Keſſel in Churchs Maſchine bilden, die entſtehenden Dampfblaſen nicht leicht genug entweichen können, und wenn ſie in dem, der Wirkung des Feuers ausgeſetzten Theile des Keſſels zurückbleiben, ſo wird das Metall einen ungehörigen Grad von Hitze erhalten. Ich habe übrigens dieſen Dampfwagen in Thätigkeit geſehen und ſeine Leiſtungen ſehr befriedigend gefunden.

Verſchiedene andere Pläne, Dampfwagen auf Heerſtraßen anzuwenden, ſind mehr oder weniger vorgeſchritten, von welchen wir nur die von Maudslay und Field, Macerone und Ruſſel in Edinburg entworfenen nennen, aber die dieſem Werke geſteckten Grenzen erlauben uns nicht, in eine umſtändliche Beſchreibung einzugehen.

Anhang II.

Die Eiſenbahnen in den vereinigten Staaten von Nordamerika.[1])

Nordamerika iſt, wie faſt kein anderes Land, durch ſeine phyſikaliſche Oberflächen-Beſchaffenheit zur Communi-

[1]) Wir bemerkten ſchon S. 40 dieſer Schrift, daß wir auf des Königlich-Franzöſiſchen Gen.-Adjutant. im Genie-Corps, Herrn Guill.

kation mittelſt Kanälen und Kunſtſtraßen geeignet. Seine ungeheuren Flüſſe, ſeine weiten Meerbuſen und Buchten, ſo wie ſeine großen Landſeen bilden zuſammen ein Ganzes der innern Schifffahrt, ſo wie es kein anderes Feſtland darbietet. Es entſteht dadurch ein Gürtel von natürlichen, und der Küſte paralellen Kanälen von mehr als 1800 Lieues (über 1000 deutſche Meilen) Länge, auf denen Segelböte und Segelſchiffe aller Art von der öſtlichen Gränze der Union bis zum Golf von Mexiko gehen.

Das Land wird durch das Alleghani-Gebirge in zwei Abhänge, in einen öſtlichen und in einen weſtlichen getheilt. Wir unterſcheiden daher auch zweierlei Linien von Eiſenbahnen in Nordamerika. Wir begreifen unter der Atlantiſchen Linie alle diejenigen, welche einen zweiten künſtlichen, den Küſten paralellen Verbindungs-Gürtel bilden, und unter dem Namen der Atlantiſchen Linie nach Weſten, alle diejenigen Eiſenbahnen, welche direkte oder indirekte Verbindungen zwiſchen jener erſten Linie und den Gegenden weſtlich von den Alleghany-Gebirgen, hervor oder in Gang gebracht haben.

Die am Ufer liegenden Länder ſind am bevölkertſten; ſie waren ſchon durch die Dampfſchifffahrt, welche den Handelsgeiſt der Bewohner der Ufer des Atlantiſchen Meeres ſo ſehr unterſtützt hat, vereinigt. Dennoch war dieſes Verbindungs-Mittel nicht hinreichend; das Bedürfniß einer raſchern und

---

Toll Pousin, eben ſo wichtiges als intereſſantes Werk: „Cheminsde Fer Américains“ (Paris 1836) zurückkommen würden. Leider kam es ſo ſpät in unſere Hände, daß wir erſt jetzt, in einem Anhange, es benutzen können. Wir geben einen gedrängten Auszug aus dem beſchreibenden und techniſchen Theil des Buchs, der unſern Leſern um ſo angenehmer ſeyn dürfte, da bis jetzt noch keine Ueberſetzung davon erſchienen und daſſelbe theuer iſt. Die Amerikaniſchen Eiſenbahn-Anlagen ſind ſo großartig, ſie entfalten ſo manches techniſch Wichtige und Eigenthümliche, daß wir mit dieſem Anhange unſer Werk weſentlich zu bereichern glauben dürfen.

gröſsern Communikation gab Veranlaſſung zu der Anlage von Eiſenbahnen, deren Wohlthaten die entfernteſten Generationen einſt empfinden werden und mittelſt denen einſt Boſton mit Neu-Orleans verbunden ſeyn wird; eine ſolche Verbindung exiſtirt ſchon theilweiſe durch Eiſenbahnen und theilweiſe durch Dampfſchiffe.

Wir beginnen die Beſchreibung dieſer groſsen Atlantiſchen Linie, indem wir von Oſten nach Weſten vorgehen und betrachten Boſton, die Hauptſtadt von Maſſachuſetts, als öſtlichen Ausgang, und Charleſton in Südcarolina als ſüdweſtlichen Endpunkt.

Einfache Eiſenbahn von Boſton nach Providence.

Eine durch alle groſsen Städte an den Ufern des Atlantiſchen Oceans gehende Verbindungs-Linie hatte, wegen den ſo häufigen Handelsverbindungen zwiſchen dieſen verſchiedenen Mittelpunkten des Verkehrs, um ſo mehr Intereſſe für die Union, die Eiſenbahn zwiſchen Boſton und Providence wurde daher das erſte Glied der groſsen Kette.

Die Dampfſchifffahrt auf dem Sunde, der Meerenge zwiſchen dem Feſtlande und Long-Island, verband New-York und Providence an der Spitze der Bucht von Narraganſett im Staate von Rhode-Island in 12 bis 15 Stunden; dieſe Entfernung beträgt zu Waſſer 80 Lieues (48 deutſche Meilen). Von Providence nach Boſton beträgt die Enfernung auf dem gewöhnlichen Wege 17½ Lieues (10½ deutſche Meilen), die man mit Wagen in 5 Stunden zurücklegte, ſo daſs die ſcheinbare Entfernung zwiſchen Boſton und New-York 17 bis 20 Lieues (10 bis 12 Meilen) betrug. Im Winter, wenn die meiſten nördlichen Häfen durch Eis verſperrt ſind, muſs die Reiſe zu Lande mit der Poſt gemacht werden, die Umwege verfolgt und den Weg 120 Lieues (72 Meilen) lang macht.

Die Eiſenbahn zwiſchen Boſton und Providence war daher eine der erſten in den vereinigten Staaten. Die-

ſelbe durchſchneidet ein coupirtes Terrain, welches den Waſſertheiler zwiſchen den Gewäſſern bildet, die einerſeits in den Meerbuſen von Maſſachuſetts und anderntheils in dem von Narraganſett fließen. Der höchſte Punkt liegt 79 Meter (252 rheinl. Fuß[1]) über dem Meere bei Providence. Man überſteigt dieſelbe durch einen langen und tiefen Einſchnitt und durch eine Rampe, deren ſtärkſter Abhang 7 Millemeter auf 1 Meter nicht überſteigt. Obgleich die Koſten eines ſolchen Terrain-Einſchnitts ſehr bedeutend waren, ſo zog man es doch vor, ſie daran zu wenden, als ſteilere Rampen mit feſtſtehenden Maſchinen zu wählen. — Die Erdarbeiten ſind auf eine doppelte Bahnlinie berechnet und haben daher eine Breite von 7,8 Meter (22⅓ rheinl. Fuß.)

Die Bahn geht von der Promenade in Boſton aus und durchſchneidet den Meeresarm, welcher die Stadt von der Vorſtadt Roxbury trennt, auf einem künſtlichen Damm, der zum großen Theil aus der, aus den benachbarten Moräſten gegrabenen Erde und auf einer gewiſſen Strecke aus Pfählen beſteht, die, ſo lange ſie nachgaben, eingerammt und dann unter der Oberfläche des Waſſers oder der Moräſte gleich hoch abgeſchnitten wurden. Auf dieſem Pfahlwerk führte man nun ein Mauerwerk von Bruchſteinen bis zur erforderlichen Höhe der Bahn auf. Dieſe letztere Conſtruktions-Methode iſt nur an den ſeichten Punkten der Meerenge angewendet worden; da, wo das Waſſer tief war, machte man Aufſchüttungen.

Dieſer Damm hat faſt 1700 Meter Länge und hat ſehr viel Koſten verurſacht, da die Ebbe und Fluth an jenem Punkt Niveau-Differenzen von 3,3 Metr. (10½ Fuß) giebt. Dennoch iſt das Werk fortwährend ſehr feſt. Man hat auf dem Damm eine Doppel-Bahn vorgerichtet.

Von Roxbury ſetzt die Bahn bis nach Canton fort und durchſchneidet den Moraſt von Nepomſett ebenfalls

---

1) Wir nehmen bei dieſen Reductionen 1 Meter = 3 Fuß, 2 Zoll, 3 Linien rheinl. an.

auf einem Damme, welcher nach denselben Prinzipien, wie der von Roxbury construirt ist. Die Höhe der Wasserscheide durchschneidet die Bahn mittelst eines Terrain-Einschnittes von 22 Meter (70 Fuß) Tiefe und bei einem mittlern Ansteigen von 7 Millim. auf 1 Meter (ungefähr 1 Linie auf 1 Fuß.) Von der Wasserscheide setzt die Bahn über Sharon und Attleborough bis nach Providence fort; das Maximum des Abfalls beträgt 4 Millim. auf 1 Met. ($1^1/_2$ Lin. auf 3 Fuß)

Die Schienen sind gewöhnlich englische Stabschienen (sieh Fig. 11, 16 ꝛc.); sie sind 4,57 Meter ($14^1/_2$ rheinl. F.) lang und daher höchst wahrscheinlich, was Herr Poussin nicht bemerkt, gewalzte, von denen das laufende Meter 27 Kilogr.)56,7 Pf. Cölln.) wiegt. Die Schienen liegen in gußeisernen Stühlen, von denen jeder 4,3 Kilogr. (9 Pf.) wiegt und diese sind auf Blöcken oder Querschwellen (s. Fig. 38,39) befestigt, die aus dem Holze der amerikanischen Ceder bestehen. Diese Schwellen liegen 1,22 Meter (3 Fuß $10^1/_2$ Zoll) auseinander und ruhen auf kleinen Mauern auf der neu angefertigten Chaussee, oder auf hölzerne, der Länge nach gelegten Balken, oder auf dem festen, natürlichen Gestein. Schienen und Schienenstühle sind aus England eingeführt.

Die Bahn soll mit aus England kommenden Dampfwagen befahren werden, welche den ganzen Weg zwischen Boston und Providence, dessen Länge mittelst des Schienenwegs 67,591 Metr. oder ungefähr 17 Lieues (10,2 deutsche Meil.) beträgt in zwei Stunden zurücklegen können.

Die Actiengesellschaft bildete sich 1831, die Arbeiten begannen 1833, und in diesem Jahre 1836 wird die ganze Bahn vollendet worden seyn. — Dieselbe Gesellschaft hat auch noch den Bau einer 3755 Meter langen, einfachen Seitenbahn nach Durham unternommen, von der das laufende Meter 42 Fr. gekostet hat.

Ueberſichts-Tabelle der Eiſenbahn von Boſton nach Providence:

Länge.	Ausgeglichene Abhänge.	Steigen.		Veranſchlagte Koſten auf ein Meil.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigk. in der Stunde.	Gewicht der Schienen.
10,2 deutſche Meilen.	227 Met. 707 rhl Fuß	1/142	1/240	90 Fr.	Maſchinen.	1800 Meil.	33 Kilomet 8761 pr. Ruth. 4,4 Meil.	56,7 42 Pf.

Die Anzahl der im Jahre 1834 täglich auf der Bahn reiſenden Perſonen betrug 500. — Die Actien ſtehen jetzt 124 Procent.

Wir geben auch in der folgenden Tabelle eine Ueberſicht von den Reſultaten der Conſtruction auf der Fortſetzung der Bahn

von Boſton nach Neu-York.

Entfernung in Preuß. Ruthen.			Gebrauchte Zeit.	Koſten für den Reiſenden
Zu Waſſer.	Auf der Eiſenbahn.	Abſolute Entfernung.		
85658 (43 Meilen.)	17755 (8,8 Meilen.)	103,085 (52 Meilen.)	14 Stunden.	42,4 Fr.

Einfache Eiſenbahn von Providence nach Stonington.

Stonington iſt ein Dorf im Connecticut, am Ufer des Sund, und iſt mittelſt eines Molos oder Hafendammes den Schiffen zugänglich, die auf dieſe Weiſe gegen das Eis geſchützt werden, welches im Winter zuweilen einen Theil des Providence-Fluſſes verſtopft,

Ueber die Zahlenverhältniſſe der Bahn giebt die folgende Tabelle Auskunft. Das Terrain iſt günſtig, obwohl etwas

coupirt und die höchste Erhebung über dem Meeresspiegel beträgt 61 Meter (194 3/4 Fuß), welche jedoch so vertheilt ist, daß die Bahn sehr leicht mit Locomotiven befahren werden kann, denn das Maximum des Steigens beträgt 6 Millim. auf 1 Meter (ungefähr 0,8 Linie auf 1 Fuß.)

Die Bahn durchschneidet eine Menge von Fabriken und Manufakturen und mehrere sehr bevölkerte Dörfer.

Der granitische Boden lieferte hinreichendes und treffliches Material zum Legen der Schienen. Einige Gewässer sind mittelst hölzernen Brücken mit Widerlagemauern überschritten.

Die Arbeiten haben erst 1833 begonnen; Erdarbeiten und Nivellements sind 7,61 Meter (21 1/4 Fuß) breit gemacht, damit 4 Reihen von Schienen Platz finden können; obwohl jetzt nur 2 Reihen nebst den nöthigen Ausweichplätzen, um den freien Verkehr von den entgegengesetzten Seiten nicht zu verhindern, vorhanden sind. Man hat bei dem Bau der Eisenbahn gänzlich dieselben Prinzipien angewendet, als bei der Strecke von Boston nach Providence. Das laufende Meter der Schienen wiegt 20 Kilogr. (42 Pf.) und die Kosten für das laufende Meter betragen 33 Fr.; bei Schienen, von denen das Meter nur 15,75 Kilogr. und bei fortlaufenden hölzernen Unterlagen, nur 25 Fr.

Die ganzen Ausgaben für diese Bahn sind zu 6,038,894 Francs veranschlagt worden, die folgendermaßen vertheilt sind:

Erdarbeiten für eine doppelte Bahn . .	2,680,904	Fr.
Construktion einer einfachen Bahn,		
Ausweichstellen ꝛc.	2,544,000	„
Ankauf der Ländereien, Befriedigungen ꝛc.	265,000	„
Transportmittel ꝛc.	548,990	„
Summa	6,038,894	Fr.

Dieß macht auf die Lieue 312,000 Francs, oder 78 Fr. auf das laufende Meter mit Einschluß aller Kosten und für eine doppelte Bahn auf die Lieue 340,000 Fr. auf die Lieue und 85 Fr. auf das laufende Metre.

Uebersichts-Tabelle der einfachen Eisenbahn von Providence nach Stonington.

Länge.	Ausgeglichene Abhänge.	Steigen. Maximum.	Steigen. Mittel.	Veranschlagte Kosten.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmesser.	Geschwindigkeit in der Stunde.	Gewicht der Schiene.
76,884 Meter 10,2 Meilen.	89,30 Meter 284 Fuß.	1/140	1/440	78 Fr.	Maschine.	1800 Meil. 5835 Fuß.	33 Kilm. 4,4 Meil.	20 Kil. 42 Pf.

Diese Bahn ist jetzt in der Ausführung begriffen; da aber ihre Verbindung mit der Eisenbahn von Boston einen sichern Erfolg verspricht, so stehen ihre Actien schon 109 Procent. Ist die Bahn zwischen Boston und Neu-York erst vollendet, so wird die Entfernung betragen:

Auf dem Wasserwege	225½ Kilogr.	24,3	Meilen.
Auf der Eisenbahn .	144½ „	14	„
Die absolute Entfernung	370 „	49	„

Eisenbahn von Long-Island.

Die Schifffahrt auf dem Sunde erleidet durch Stürme und widrige Winde manchen Aufschub und im Winter wird sie durch Anhäufung von Eis an dem östlichen Theil der Enge zuweilen gänzlich unterbrochen. — Um solche für die Verbindung zweier so großer Städte, wie Boston und Neu-York nachtheilige Unterbrechung zu vermindern, und um zu allen Zeiten eine direkte Verbindung unterhalten zu können, sind zwei Vorschläge gemacht worden. In Folge des ersten sollte die Eisenbahn auf dem Festlande fortgesetzt werden und sich so wenig wie möglich von dem Ufer des Sundes entfernen. Man schätzt die Länge dieses Weges auf ungefähr 36 deutsche Meilen, die Kosten der Anlage auf 30 Millionen Francs. — Nach dem zweiten Vorschlage sollte die Bahn die ganze Länge von Long-Island verfolgen. Diese Insel be-

gränzt den Sund von der Meeresseite und dehnt sich paralell mit dem Ufer von dem Staat Rhode-Island bis zur Rhede von Neu-York aus, deren hauptsächlicher Schutz sie von der Ostseite ist. Die Eisenbahn auf Long-Island würde mit der von Boston nach Stonington durch eine Dampfsfähre in Verbindung gesetzt werden, die zwischen Stonington und Greenport ginge, welche Orte nur 5½ Meilen von einander entfernt sind.

Der Hafen von Greenport ist eine neuerlich entdeckte Rhede, ungefähr zwei Lieues westlich von der Mündung des Flußes Connecticut entfernt; sie besitzt eine große Wassertiefe und ist zu allen Zeiten und bei allen Winden zugänglich. Ohne Zweifel giebt sie einen von den besten Ankergründen auf diesem Theile von der Ostküste und würde sehr zweckmäßig das Entrepot dieser neuen Landverbindung mit dem Westen bilden.

Die ganze Länge der Bahn auf Long-Island beträgt ungefähr 33 Lieues (13,2 Meilen), und da das Terrain lediglich Alluvium und ohne Coupirungen ist, so würde ihre Ausführung keine künstliche kostbare Arbeiten, wie Mauerwerk, Erdarbeiten u. s. w. erfordern. Man nimmt daher an, daß eine solche Bahn für 120,000 Francs, die franz. Meile oder das laufende Metre für 40 Francs dargestellt werden kann.

Die ganze Bahn von Boston nach Neu-York würde auf dieser Linie daher 334,373 Metre oder 83½ Lieues (50 deutsche Meilen) betragen, von denen nur 9 Lieues auf der Dampffähre zu machen und die in 11½ Stunden zurückzulegen seyn würden. — Es hat sich zur Ausführung dieses Plans bereits eine Actien-Gesellschaft gebildet, die ein Kapital von 7 Millionen Franken gezeichnet hat.

Sie hat ihre Berechnungen der Einnahme auf folgende Beobachtungen der Handels-Bewegungen an den verschiedenen Hauptpunkten, die hauptsächlich bei einem solchen Unternehmen interessirt sind, begründet. Man hat sich überzeugt, daß die Einnahme von dem Transport der Reisenden

zwiſchen Providence, Newport und Neu-York, bei einem Perſonengelde von 30 Fr., jährlich die Summa von 2,375,000 Franken geben würde.

Man nimmt an, daß nur die Hälfte davon zu dem Betrieb der Unternehmung der Eiſenbahn erforderlich ſeyn würde . . . . . 1,187,500 Fr.

Das Perſonengeld von Stonington, Norwich, Neu-London und Neu-York	1,300,000 „
Das Perſonengeld von Long-Island .	290,000 „
Die Transportkoſten für Kaufmanns-Waaren betragen	735,000 „
und die Hälfte davon für die Eiſenbahn	367,500 „
Transport von Collis ꝛc.	50,000 „
Ganze jährliche Einnahme nach dem jetzigen Zuſtande der Dinge . . .	3,195,000 Fr.

Ein Theil der Eiſenbahn auf Long-Island, der zwiſchen Jamaika und Brooklyn iſt bereits in der Ausführung begriffen. Dieſe Strecke iſt 19,312 Metre oder ungefähr 5 Lieues (3 Meilen) lang und ſoll mit Dampfwagen befahren werden. Das Terrain iſt ſehr günſtig, die höchſte Steigung, die nur bei einer Dürre ſtattfindet, welche ſich durch die ganze Inſel erſtreckt, beträgt $^1/_{264}$ oder $3^3/_4$ Millim. auf 1 Metre.

Die Bahn geht aus der Mitte von Jamaika, einem großen Dorfe mit ſehr vielen Landhäuſern, reicher New-Yorker ab, gelangt mit einem regelmäßigen Steigen auf den höchſten Punkt der Dürre und geht auf deren Weſtſeite mit einem regelmäßigen Fallen von $^1/_{330}$ oder von 3 Millimeter auf ein Meter nach der Stadt Brocklyn. Man paſſirt keine Gewäſſer und auf großen Strecken iſt das Niveau ganz natürlich, ſo daß nur ſehr wenige Erdarbeiten erforderlich geweſen ſind. Brooklyn, eine Stadt von 20,000 Einwohnern, iſt ein bedeutender, Neu-York gegenüberliegender Handelsort, der mit dem letzteren durch eine regelmäßige Dampfſchifffahrt verbunden iſt.

An den Stellen, wo das Terrain etwas zu tief unter den Schienen lag, hat man eine Art von Gerüst in der Form von Brücken vorgerichtet, auf welchen jene befestigt worden sind.

Man hat bei dieser Bahn eine Construktions-Art befolgt, die etwas verschieden von der bis jetzt angewendeten ist, die billiger, und, wie man hofft, eben so dauerhaft ist. Statt der Quer- oder Längenschwelle wendet man nämlich aufrechtstehende Hölzer zu den Stützpunkten der Schienen an. Sie stehen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt, im Meter auseinander, sind 30 Centim. (fast 1 Fuß) stark und 1 Meter (3 1/6 F.) lang. Mit ihrem stärksten Ende ruhen sie, wie Zaunpfähle, auf dem Boden und das Erdreich um dieselben ist sehr fest gestampft. Auf der Oberfläche sind sie in dem für die Schienen angenommenen Niveau abgeschnitten. — Jede zweite Reihe dieser Pfeiler ist mittelst einer eisernen Querstange von geringer Stärke verbunden, die durch Krampen, jedoch so befestigt ist, daß sie über die Oberfläche der Pfeiler nicht hervorsteht. Diese wird mit einem fettigen, im heißen Zustande aufgetragenen Ueberzuge versehen, um sie gegen die Einwirkungen des Wetters zu sichern.

Die Stabschienen haben unten eine flache, breite Kante, und ruhen unmittelbar auf dem Kopfe dieser Pfeiler. Diese Construktionsweise hat nur 17 Fr. das laufende Meter für eine einfache Bahn gekostet, oder 68,000 Fr. die Lieue, oder mit den Erdarbeiten 120,000 Fr., oder 30 Fr. das laufende Meter.

Man ist der Meinung, daß eine ähnliche Construktion 15 Jahre dauern wird, ehe es nöthig ist, die Pfeiler auszuwechseln, welches übrigens immer mit nur einem Kostenaufwande von 24,000 Fr. die Lieue geschehen kann.

Man wendet zu den Pfeiler Akazien-, Lerchen-, ferner das Holz der weißen Eiche, der Fichte und des Kastanien-Baumes an.

Die ganzen Kosten des Unternehmens sind auf 800,000 Fr. veranschlagt, von denen 250,000 Fr. auf den Ankauf

der mit Barrieren verſehenen Chauſſee kommen, welche bereits zwiſchen den beiden Endpunkten der Bahn exiſtirt.

Die Intereſſen eines ſolchen Kapitals zu 6% betragen	48,000 Fr.
Die Verwaltungskoſten der Bahn ſind veranſchlagt zu	15,000 „
Die jährlichen Reparaturen . .	15,000 „
Summa der jährlichen Ausgaben	78,000 Fr.

Die Geſchwindigkeit in der Stunde beträgt 18 Kilometer ($2^1/_2$ preuß. Meilen à 2000 Ruthen, 1 Kilometer = 1000 Met. = 265,5 preuß. Ruthen, 1 Ruthe = 12 Fuß = 3,766 Met.) — Die Actien der Geſellſchaft ſtehen jetzt 115 Procent.

Verbindung zwiſchen New-York und Philadelphia.

Neu-York der größte Handelsplatz der Union und Philadelphia, nicht minder wichtige Handels- und Hauptſtadt einer, in Hinſicht auf Ackerbau und Gewerbe, vorzüglichen Provinz des großen Vereins waren ſeit langer Zeit ſchon durch zwei Wege mit einander verbunden; durch eine Kunſtſtraße zum Transport der Reiſenden, ungefähr 40 Lieues (24 deutſche Meilen) lang, die in 10 Stunden zurückgelegt werden und durch einen Kanal zum Transport der Waaren, welche in 24 Stunden von einem Ort zum andern transportirt werden können.

Es exiſtiren zwei Projecte, die den Zweck haben, Philadelphia bis auf 7 Stunden Entfernung mit Neu-York zu verbinden. Bei dem einen hat man die bereits auf einem Theil des Weges zwiſchen beiden Städten exiſtirende Dampfſchifffahrt, mit benutzt; nach dem andern verfolgt die Bahn gänzlich den Landweg. Das erſte Project iſt bereits ausgeführt, das andere iſt in der Ausführung begriffen und ſchon größtentheils vollendet. Wir betrachten zuvörderſt die erſte von den beiden Bahnen.

Doppelte Eisenbahn von Amboy nach Camden.

Amboy in Neu-Jersey liegt an den Ufern der Bucht und der Rhede gleiches Namens, an der Mündung des Raritan. Sein Hafen ist ein vortrefflicher Ankerplatz für die nach Neu-York bestimmten Fahrzeuge, die während des Winters wegen des Eises, welches der Hudson-Fluß ins Meer führt, in diesem fremden Hafen zurückhalten werden.

Camden, ebenfalls in Neu-Jersey liegt am linken Ufer des Delaware, Philadelphia gerade gegenüber. Dampfsähren bilden eine Art fliegender Brücken zur Verbindung der beiden Ufer, ohne jedoch die Fahrt mit Segelschiffen zu hindern, die bis nach Irenton geht, woselbst die Ebbe und Fluth aufhört.

Von Neu-York nach Amboy findet durch die Kills genannten Engen eine Schifffahrt mittelst Segel- und Dampfböten statt. Dieser natürliche, auf der einen Seite von der Raten-Insel, und auf der andern Seite von Neu-Jersey gebildete Kanal, kann, begünstigt von der Ebbe und Fluth, in $1^1/_2$, höchstens in 2 Stunden durchlaufen werden.

Die Eisenbahn beginnt bei einem Quai zu Camden, an welchem die Dampfböte landen, und gelangt mittelst einer Rampe von $^1/_{111}$ Steigen, das heißt, von 9 Millimeter auf 1 Meter (4 Linien auf 3 Fuß) auf eine Höhe. Von hier ab zieht sich die Bahn in südwestlicher, ziemlich gerader Richtung nach Bordentown an den Ufern des Delaware; sie geht durch Herbertsville, Spottswood und Ceatreville. Die hier verfolgten Krümmungen haben Halbmesser von mindestens 550 Met. Von Bordentown nimmt die Bahn eine mehr südliche Richtung und folgt alsdann dem Ufer des Delaware-Flusses bis Camden. Dieser Theil ist in gerader Richtung geführt und liegt fast horizontal, indem das Maximum des Steigens nur $^1/_{244}$, oder 4 Millimeter auf 1 Meter beträgt. Sie geht auf schon gebauten Viadukten über mehrere Flüsse. die ganze Länge beträgt 98,168 Met., oder $24^1/_2$ Lieues (14,7 Meil.)

Geneigte Ebenen (Bremsberge) sind nicht vorhanden, allein die Rampen sind etwas stark.

Die Schienen sind Stabschienen von gewalztem Stabeisen, 15½ Fuß lang, oben 2 Zoll, in der Mitte (Verstärkungsrippe) ½ Zoll und unten 3 1/12 Zoll stark und 3,5 Zoll hoch. Das Meter wiegt 19,42 Kilogr. (40,7 Pf.); sie sind aus England gekommen, und 100 Kilom. haben 20 Franken gekostet. (Siehe Fig. 23.)

Schienenstühle sind nicht angewendet, sondern die Schienen ruhen unmittelbar auf Tragsteinen, und haben zu dem Ende Lappen mit Löchern an den Enden. Die Tragsteine sind 1 11/12 Zoll im Quadrat stark und 9½ Zoll hoch, und liegen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 3 Fuß 10½ Zoll auseinander. Um die Schienen auf den Steinen zu befestigen, sind in diese Löcher gebohrt, in diese hölzerne Nägel gesteckt, in welche man alsdann die durch die Löcher in den Schienen gehenden Nägel treibt. Um den Stoß zu vermindern, liegen zwischen den Steinen und den Schienen kleine Brettstückchen. — Die Entfernung zwischen den innern Rändern der beiden Schienenreihen beträgt 4 Fuß 7 Zoll.

Die Bahn ist sehr gut ausgeführt und wird mit Dampfwagen von M. R. L. Stevens befahren, die bedeutende Vervollkommnungen erhalten haben, besonders um den Widerstand zu überwinden, den die Krümmungen leisten, oder um den Verlust an Kraft in diesen Krümmungen der Eisenbahn, zu ersetzen. Eine zweite Verbesserung gestattet, die Dämpfeproduktion des Kessels zu verdoppeln. Man hat mit Vortheil Anthracit als Brennmaterial angewendet.

Die Anlagekosten der Bahn sind folgende:

Construktion der doppelken Eisenbahn selbst	5,937,717	Fr.
Ankauf von Ländereien	613,698	„
Dampfböte	954,000	„
Transportmittel, Locomotiven, Wagen ꝛc.	220,411	„
Erbauung der Quaien	45,972	„
Summa	7,771,798	„

Ueberſichts-Tabelle der doppelten Eiſenbahn-Linie von Amboy nach Camden.

Länge.	Steigen. Maximum.	Steigen. Mittel.	Berechnete Koſten; das Meter.	Wirkliche Koſten; d. Meter.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigkeit in der Stunde.	Gewicht der
98,168 M. 24½ Lieues 14,7 Meil.	1/117	1/244	80 Fr.	118 Fr.	Maſchine.	550 M. 1752 F.	33 K. M. 4,4 Meil.	19,42 Kil. 40,7 Pf.

Die Actien dieſer Bahn ſtehen jetzt 150%. Man legt den Weg zwiſchen Neu-York und Philadelphia, theils mittelſt der Eiſenbahn von Amboy nach Camden (24½ Lieues 14,7 Meilen) und theils auch dem Dampfboot (9 Lieues, 5,4 Meilen), in 5 Stunden zurück und bezahlt dafür mit Einſchluß der auf dem Dampfboote verabreichten Beköſtigung, für den erſten Platz 15 Fr. 90 Cent. (ungefähr 4 Rthlr.) und für den zweiten Platz 10 Fr. 60 Cent. (ungefähr 2 Rthlr. 18 Groſchen.)

Die zweite Verbindung zwiſchen Philadelphia und Neu-York findet, wie wir ſchon bemerkten, ganz zu Lande ſtatt, auf den Eiſenbahnen drei verſchiedener Geſellſchaften und auf der Kunſtſtraße einer vierten. Dieſe Eiſenbahn-Linie erfüllt nicht allein den Hauptzweck, die genannten beiden Städte mit einander, in 6 bis 7 Stunden zu verbinden, ſondern genügt auch den localen Erforderniſſen eine Reihe blühender Städte, durch welche ſie geht, wie Newark, Elizabethtown, Neu-Braunſchweig, Queenston, Kingston, Princeton, Trenton und Briſtol.

Wir betrachten dieſe verſchiedenen Bahnen der Linie, eine jede beſonders.

Einfache Eisenbahn von Paterson.

Dieselbe hatte anfänglich den Zweck, Neu-York mit der Fabrikstadt Paterson in eine direktere Verbindung zu setzen. Sie hat im Allgemeinen eine Richtung von Osten nach Westen, und geht von der Stadt Jersey, am Ufer des Hudson, Neu-York gegenüber, aus, und durch einen 15 Met. (48 Fuß) tiefen Einschnitt in Felsen, durch die Hügel von Bergen und Berry. Sie ist im Ganzen 26 Kilometer (6903 preuß. Ruthen = 3½ Meile) lang, und weicht nur um 468 Met. von der geraden Linie ab. Das größte Steigen beträgt 6½, das mittlere 4 Millimeter auf 1 Meter. Die Breite beträgt 1,44 Met. (= 4 Fuß 7 Zoll). Alle Erdarbeiten sind auf eine zweite Bahn eingerichtet, die nächstens vorgerichtet werden wird. Der Transport wird mittelst Dampfwagen bewirkt.

Die Eisenbahn mußte auf einem bedeutenden Theil ihrer Länge durch eine sumpfige Gegend geführt werden und auf dieser hat man folgende Konstruktionsmethode angewendet. Man hat auf zwei einander paralellen und von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 2 Fuß 10¾ Zoll auseinander liegenden Linien 2 F. 4½ Z. bis 2 F. 10¾ Z. tiefe und 17 Zoll weite Löcher ausgegraben und dieselben mit zerschlagenen Steinen, so wie sie zu den macadamisirten Kunststraßen angewendet werden, ausgefüllt, die alsdann so fest als möglich gestampft werden. Auf diesen künstlichen Grund hat man Querbalken von Cedern- und Akazienholz gelegt und rechtwinklich auf diese und in derselben Richtung mit der Eisenbahn 6 und 7½ Zoll starke Längenbalken von Fichtenholz, die in die Querbalken eingelassen sind. Auf diese Längenbalken sind die stabeisernen (Fig. 6 ähnlichen) Schienen, von denen das laufenden Meter 12 Pfund wiegt, und die ½ Zoll stark, und 2⅔ Zoll breit sind, aufgenagelt worden.

Ueber die, für die Segelböte fahrbaren, Flüsse Päſſaic und Hackensack, geht die Bahn mittelst Brücken. Um die Schiffe frei passiren zu lassen, erhält ein Theil dieser Brü-

cken zwei Bewegungen, eine niedergehende und eine horizontale, damit ſich die Brückenbahn mit den Schienen trennt, und eine hinlängliche Oeffnung zum Durchgange der Segel entſteht.

Die Anlagekoſten ſind auf zwei Millionen Fr. veranſchlagt, und da die jährlichen Intereſſen aus den Ueberſchüſſen zu 12% berechnet worden, ſo iſt der Stand der Actien 115%.

Einfache Eiſenbahn von Neu-Jerſey.

Dieſelbe hat von Jerſey aus, ungefähr auf eine franz. Meile die vorhergehende Bahn zum Mitgebrauch. Ihre ganze Länge von Jerſey nach Neu-Braunſchweig beträgt 48 Kilomet. oder 12 Lieues (7,2 Meilen); ſie iſt faſt in gerader Richtung fortgeführt, und hat nur zwei Krümmungen, deren geringſter Halbmeſſer 300 Meter beträgt. Das Maximum des Steigens iſt = 1/150 d. h. 5 Millim. auf 1 Meter.

Die wie die Schienen der vorhergehenden Bahn geſtalteten Schienen ſind auf Balken genagelt, welche auf einem künſtlichen Grunde von kleinen Steinen liegen.

Die Anlagekoſten ſind auf 4 Millionen Franken, d. h. das laufende Meter auf 82 Fr., die jährliche Dividende iſt zu 16% veranſchlagt worden, ſo daß die Actien einen Stand von 123% haben.

Der Theil der großen Verbindungs-Linie zwiſchen Neu-Braunſchweig und Trenton iſt eine faſt 10½ Lieues (6¼ Meilen) lange Kunſtſtraße, welche in der Folge mit eiſernen Gleiſen belegt, oder mit Dampfkutſchen befahren werden ſoll. Die vierſpännigen Stangen-Wagen machen den Weg jetzt in wenigſtens 3 Stunden.

Einfache Eiſenbahn von Trenton nach Philadelphia.

Dieſelbe folgt dem rechten Ufer des Delaware und läuft auf einer langen Strecke mit dem Kanal paralell,

der Philadelphia mit Steinkohlen verſorgt, weßhalb die Bahn einer Concurrenz mit ſchiffbaren Flüſſen und Kanälen unterworfen iſt. — Die Bahn geht durch Briſtol und endigt im Innern von Philadelphia; ihre ganze Länge beträgt 45,060 Meter, oder 11¼ Lieues (6¾ Meilen.) In der Folge werden doppelte Schienenreihen vorgerichtet werden; um die Bahn ſchnell vollenden zu können, hat man ſich zuvörderſt nur auf eine einfache beſchränkt. Die Schienen ſind übrigens denen auf der Bahn von Paterſon gleich, und die Bahn wird ſowohl von Pferden als von Locomotiven befahren.

Die Anlagekoſten betragen 2,385,000 Fr., die jährliche Dividende beträgt 10%. Die Bahn iſt gänzlich vollendet. Die Actien ſtehen auf 107%.

Verbindung zwiſchen Philadelphia und Baltimore.

Dieſe beiden großen Plätze ſind durch zwei Wege verbunden, von denen der eine theils mittelſt eines Dampfbootes und theils auf einer Eiſenbahn, der andere auf einer Kunſtſtraße und nächſtens auf einer Eiſenbahn gemacht werden wird. Beide Städte liegen 48 Lieues (29 Meilen) auseinander, welche auf dem Dampfboot und auf der Eiſenbahn in 10½ Stunden, auf der Chauſſee in 18 bis 20 Stunden zurückgelegt, wozu aber in der Folge, wenn die Eiſenbahn-Linie gänzlich vollendet ſeyn wird, nur 7 Stunden erforderlich ſeyn werden.

Doppelte Eiſenbahn von Newkaſtle nach Trenchtown.

Dieſe Eiſenbahn durchſchneidet die Halbinſel des Delaware-Staates zwiſchen den genannten beiden Staaten, in der Nähe des großen Delaware-Kanals.

Die Eiſenbahn-Linie hat eine Länge von 26,073 Met. oder 6½ Lieues (faſt 4 Meilen); ſie weicht nur um 768 Met.

von einer geraden Linie ab. Sie hat sechs verschiedene Krümmungen, deren Halbmesser mindestens 3000 M. beträgt. Die Vertheilung der Rampen ist so gemacht, daß deren Steigen zwischen $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{350}$, oder 5 bis 3 Millimeter auf 1 Meter beträgt und nur an einer Stelle ist eine Rampe von $\frac{1}{176}$ oder von 5 Millimetern auf 1 Meter erforderlich gewesen. — Mit den Abzugsgräben ist die Bahn 11 Meter (35 Fuß), die eigentliche Bahn nur 25¼ Fuß breit.

Ein großer Theil der Bahn hat hölzerne Unterlagen. Zu dem Ende hat man längs der Bahn Gräben aufgeworfen, dieselben mit kleinen Steinen ausgefüllt, die festgestampft worden sind. Auf diesem künstlichen Boden liegen 9½ Zoll breite und 4 Zoll starke Bohlen von dem Holz der Hemlocks- oder Schirlingstanne; auf diesen 7 Fuß 3 Zoll langen und 7½ Zoll starken Querbalken von dem Holze der weißen Eiche, von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 2 Fuß 10 Zoll auseinander liegend und auf den Bohlen mittelst Nägeln befestigt. Auf diesen Querbalken ruhen wieder paralell mit der Bahn liegende Balken von dem Holz der Georgiatanne, welche in jene eingelassen und auf denen die Schienen liegen.

Diese Schienen, ähnlich Fig. 6., sind fast 15 Fuß lang, 2⅛ Zoll breit, 7 Linien stark und wiegen 6,87 Kilom. (14,4 Pfund) das laufende Meter. Sie sind mittelst 12 Nägeln auf den Balken befestigt und die Löcher für diese Nägel in den Schienen sind länglich viereckig. Unter den Enden der Schienen liegen kleine Eisenplatten, welche verhindern, daß die Schienen in das Holz eingedrückt werden. Alles Eisen zu der Bahn ist aus England eingeführt.

Auf eine Länge von ungefähr 14½ Kilom. (3842 Ruthen = 1,9 Meilen) hat man Unterlagen von Granit angewendet, die 19 Zoll hoch und 11½ im Quadrat stark sind. Sie liegen ebenfalls 2 Fuß 10 Zoll auseinander, und sind in Löchern sehr fest mit Sand und Grus festgestampft. Auf den Tragsteinen liegen in gußeisernen Stühlen, ähnlig Fig. 6 c,

die Balken. — In der Nähe von Newcastle geht die Bahn auf einem Damme durch einen Moraſt.

Dieſe Bahn iſt eine von den erſten in den vereinigten Staaten, indem ſie ſchon 1832 befahren werden konnte, welches mit Locomotiven geſchieht. Die Anlagekoſten auf das laufende Meter haben 106 Fr. betragen. Der Stand der Actien iſt 148%.

Doppelte Eiſenbahn von Philadelphia nach Baltimore.

Sie geht von dem Innern der erſten Stadt aus, und fällt auf eine Länge von 73,209 Metern, oder 18¼ Lieues (10½ Meilen) mit der weiter unten zu beſchreibenden Columbia-Eiſenbahn zuſammen. Das Terrain iſt hier ſehr günſtig, hat keine einzige Brücke nöthig gemacht; das ſtärkſte Steigen an einem Punkte beträgt $\frac{1}{120}$ oder von 8 Millim. auf 1 Meter, und übrigens beträgt das Maximum $\frac{1}{176}$ oder 5½ Millim. auf 1 Meter. Der geringſte Krümmungs-Halbmeſſer beträgt 300 Meter.

Die Anlagekoſten einer doppelten Bahn auf hölzernen Unterlagen und mit flachen Schienen, iſt für 1 Lieues zu 160,000 Fr. veranſchlagt worden. Dieſer Theil der Bahn iſt in der Ausführung begriffen.

Von Susquehanna nach Baltimore beträgt die Länge der Bahn 66,071 Meter oder 16½ Lieues (faſt 10 Meilen.) Die ganze Länge der Bahn von Philadelphia nach Baltimore beträgt daher 189,561 Meter = 47⅜ Lieues = 20½ Meilen, welche in 7 Stunden zurückgelegt werden können. Das Terrain iſt ſehr günſtig, und das Maximum der Steigungen beträgt $\frac{1}{264}$ oder 3¾ Millimeter auf das Meter. Die einzige Schwierigkeit, welche zu überwinden iſt, bietet das ziemlich enge Susquehanna-Thal dar, deſſen fal-

lende und steigende Rampen von fern ausgeglichen werden müssen, wodurch die Kosten sehr erhöhet werden.

Die Bahn ist nur mit zwei Schienenreihen und nach der wohlfeilsten Construktions-Methode begonnen, um bei der Anlage des zweiten Stranges von den Verbesserungen provitiren zu können, die eine längere Erfahrung nothwendig herbeiführen muß. — Bei einer einfachen Bahn wird die franz. Meile ungefähr 132,000 Fr. kosten.

Nach Vollendung der Bahn wird man in 13 bis 14 Stunden von Neu-York nach Baltimore, welche Städte wenigsten 82 französische oder fast 50 deutsche Meilen, von einander entfernt liegen, gelangen können.

Doppelte Eisenbahn von Baltimore nach Washington.

Die ersten, bei dieser Eisenbahn zu erfüllenden Bedingungen bestanden in einem möglichst raschen Transport der Reisenden.

Die Erfahrung hat durch eine Reihe gut constatirter Resultate gezeigt, daß der Widerstand des Zugs auf einer horizontalen Bahn und bei einem Raddurchmesser von 91 Centimeter. (2 Fuß 10¾ Zoll rheinl.) gleich $\frac{1}{264}$ von dem Gewichte der Maschine, und daß daher der Widerstand gleich der Schwerkraft auf einem Abhange von $\frac{1}{264}$ oder von 3¾ Millimetern auf 1 Meter sey. Hieraus hat man gefolgert, daß die Abhänge auf der projektirten Bahn diese Grenze nicht übersteigen dürfen.

Eben so ist sowohl durch die Theorie als durch die Praxis erkannt werden, daß jede bewegende Kraft, die auf eine stetige Weise, mit einer gewissen gegebenen Kraft wirken kann, diese Wirkung in einer begränzten Zeit zu verdoppeln im Stande ist, indem sie die bewegende Kraft auf das Maximum erhöhete. Man hat daraus gefolgert, daß die Ram-

pen keiner Eiſenbahn je einen Grad überſteigen müſſe, welcher eine doppelte Kraft von derjenigen erforderlich mache, die auf einem horizontalen Theil der Bahn angewendet werden muß.

Es folgt daher, daß die Kraft, welche dazu erforderlich iſt, um ein gegebenes Gewicht auf einem Abhange von $\frac{1}{264}$ zu bewegen, die doppelte von der ſeyn muß, die auf einem horizontalen Theil der Bahn nöthig iſt und dieſe müßte auch außerdem die Wirkung der Schwere des bewegenden Agen ſelbſt noch überwinden können. Wenn daher die Wirkung der Reibung mit $\frac{1}{264}$ ausgedrückt wird, und die Summe aller verſchiedenen Abhänge einer Bahn eine größere Neigung als $\frac{1}{264}$ als Reſultat giebt, ſo wird Zeitverluſt oder übermäßige Kraft auf den horizontalen Theilen ſtatt finden. Jedenfalls wird ein Verluſt in den erlangten Reſultaten, im Verhältniß zu den Transportkoſten, ſtatt finden.

Da aber bei dem Perſonen-Transport noch ein anderer Gegenſtand, die Sicherheit, in Betracht gezogen werden muß, ſo wird es alsdann unnütz, daß die Geſchwindigkeit auf den geneigten Ebenen größer, als auf den horizontalen Theilen ſey, und daß die Wirkung der Schwere vermehrt werden müſſe. Man hat daraus gefolgert, daß es nachtheilig ſey, die Steigungen größer, als $\frac{1}{264}$, oder $3\frac{3}{4}$ Millimeter auf 1 Meter zu machen.

Bei der Baltimore-Waſhington-Bahn iſt daher die Vertheilung der Abhänge nach dieſem Prinzip gemacht worden. Es kann daraus die Folgerung gemacht werden, daß die Dampfwagen eine ſolche Linie mit einer Geſchwindigkeit von 32 Kilometern, oder 8 Lieues ($4\frac{4}{5}$ Meilen) durchlaufen werden, oder den 15 Lieus langen Weg zwiſchen Baltimore und Waſhigton, in zwei Stunden. Eine ſolche Geſchwindigkeit erfordert daher eine Locomotiv-Maſchine von 6000

Kilogr. (12,600 Pf.) Gewicht, mit Rädern von 1,22 bis 1,52 Met. (3 Fuß, 10 Zoll, 8 Linien rheinl. bis 4 Fuß, 10 Zoll, 1 Linie Durchmeſſer.) — Das Minimum der Krümmungs-Halbmeſſer beträgt 400 Meter.

Bei der Conſtruktion der Bahn wurde man, localer Urſachen wegen, veranlaßt, hölzerne Unterlagen zu nehmen. Zu dem Ende hat man in der Richtung der Bahn-Linie paralelle Gräben aufgeworfen, in welche ſehr feſt, kleine Steine geſtampft ſind. Auf dieſen künſtlichen Boden hat man 6 bis 7 Zoll ſtarke Balken gelegt und auf dieſe von 3 zu 3 Fuß Querbalken von 4½ Zoll Stärke, auf denen wiederum die 6 Zoll ſtarken fichtenen Balken liegen, welche den Schienen zur unmittelbaren Unterlage dienen. Dieſe ſind Stabſchienen mit einer 3½ Zoll breiten Baſis und faſt 2 Zoll hoch, ſo daß noch hinlänglicher Spielraum zwiſchen dem Rande der Räder und der Baſis der Schienen iſt. Gewöhnlich ſind dieſelben 4,57 Meter (14½ Fuß) lang und das laufende Meter wiegt 15,75 Kilom. (33 Pfund.)

Das laufende Meter der doppelten Bahn ſelbſt, hat 48 Franken 83 Cent. gekoſtet.

Die ganzen Anlagekoſten für die 48 Kilometer haben faſt 8 Millionen Fr. betragen.

Die Koſten für die Erdarbeiten ſind auf 81½ Fr. das laufende Meter veranſchlagt worden, oder das Kubikmeter im Durchſchnitt 2 Fr. 77 Cent.

Die Koſten der Maurerarbeiten ſind auf 35 Fr. 18 C. das laufende, oder auf 43 Fr. 56 C. das Kubikmeter, veranſchlagt worden.

Transportkoſten für die Kaufmanns-Waaren.[1])

Die Transportkoſten ſind nach den Koſten der Materialien und nach den folgenden Berechnungen beſtimmt worden.

---

[1]) Wir theilen dieſen Abſchnitt von dem Pouſſin'ſchen Werke wörtlich mit, weil er beſonders wichtig und muſterhaft ausgeführt

Eine Locomotiv-Maſchine mit einem Gewicht
von . . . . 6500 Kil. 21,000 Fr.
Ihr Munitionswagen (Tender)
nebſt Waſſer und Steinkohlen 5000 „ 1908 „
Ein Perſonenwagen für 16 bis
20 Perſonen . . . 1170 „ 3710 „
Frachtwagen zum Transport von
Waaren, für 3 Tonnen Fracht 1250 „ 795 „

Ein Dampfwagen von dem obigen Gewicht, kann 12 Transportwagen mit einer Beladung von 36,000 Kilogr. und mit einer Geſchwindigkeit von 3 bis 4 Lieues in der Stunde bewegen. Die Kraft der Adhäſion der beiden bewegenden Räder iſt zu 4000 Kilogr., das Verhältniß der Adhäſion zu $^1/_8$ und der Widerſtand, den die Krümmungen und die Schwere veranlaſſen zu 9 Kilogr., für jede 1000 Kilogr., der ganzen Laſt, angenommen worden.

Da es jedoch wegen der gewöhnlichen Schwankungen der Handelsbewegungen zweckmäßiger iſt, anzunehmen, daß ein Drittel der Wagen leer fährt, ſo kann man 10 Wagen mit einer Ladung von 30,000 Kilogr. als die Gränze der Leiſtung eines ſolchen Dampfwagens annehmen.

Außerdem hat man auch angenommen, daß bei 10 im Gange befindlichen Wagen 40 zum Auswechſeln, zur Reparatur ꝛc. vorhanden ſein müſſen. — Eben ſo muß man ſtets zwei Dampf- und Munitionswagen haben, um im Fall eines Schadens, den der eine erleidet, ſogleich den andern nehmen zu können.

Nach dieſen Beſtimmungen ſind die Transportkoſten bei Anwendung von Dampfwägen, berechnet worden. Es kommen noch dazu die Intereſſen von dem Kapital, welches zur

---

worden iſt, ſo daß er als Beiſpiel für ähnliche Berechnungen dienen kann. Daß das franzöſiſche Maß, Gewicht und die franz. Münze nicht auf deutſche reducirt ſind, wird man um ſo weniger auffallend finden, da man in Verlegenheit iſt, auf welche von den vielen Syſtemen in Deutſchland man ſie reduciren ſoll.

Anſchaffung der Reſerve-Maſchinen erforderlich geweſen iſt, ferner die Beſoldung des Inſpektors der den Transport beſorgt und ſeiner Agenten, ſo wie die Ausgaben bei den Depots und Stationen zur Verproviantirung mit Waſſer und Brennmaterial. Dieſe letztere Ausgaben ſind unter dem Titel „Generalkoſten" begriffen.

Wir nehmen jezt die numeriſchen Elemente dieſer Transportkoſten wieder auf.

Zuförderſt für die Anwendung eines Dampfwagens mit ſeinem Munitionswagen.

Die Unterhaltungskoſten eines Munitionswagens mit ſeinen Gefäßen iſt zu 967 Fr. 52 Cent. jährlich, oder zu 3 Fr. 10½ Cent. täglich, oder zu 0,02426 Fr. auf das Kilometer der Ladung.

Die Unterhaltung eines während 312 Tagen des Jahres fortwährend im Gebrauch befindlichen Dampfwagens, der einen Weg von 128 Kil. zu machen hat, iſt zu 8673,37 Fr. jährlich, oder zu 27 Fr. 80 Cent. täglich angenommen worden, daher die Erhaltung beider Wagen zu 9640 Fr. 87 C. jährlich, oder zu 30 Fr. 90 Cent. täglich und zu 0,2336 Fr. auf das Kilometer des Weges beträgt.

Man hat daher:

Unterhaltungskoſten täglich . . .	30	90	Fr.
Sold dem Maſchinenmeiſter und ſeinen Gehülfen, täglich	15	90	„
Preis von 13 Hektolitern Anthracit, als täglicher Verbrauch	55	65	„
Intereſſen des Kapitals für die Reſerve-Maſchine, täglich . . .	8	85	„
Ganze Ausgabe	111	30	„

Man folgert daraus, daß die Ausgaben für eine zum Transport von Kaufmanns-Gütern, ſtets im Gebrauch befindliche Locomotiv-Maſchine, die mit einer Geſchwindigkeit von 3 bis 4 Lieues in der Stunde, während 10 Stunden

täglich geht 111 Fr. 30 Cent. täglich, oder 0,87 Fr. auf das Kilometer der Fracht betragen. Da nun dieſe Locomotive 30,000 Kilogr. zieht, ſo betragen ihre Koſten auf die Tonne 0,929 Fr. (1)

Zweitens für den Gebrauch der Frachtwägen.

Die Unterhaltungskoſten eines zum Transport von Kaufmanns-Gütern angewendeten Frachtwagen ſind zu 608 Fr. 43 Cent. jährlich, oder zu 1,98 Fr. täglich, oder zu 0,0155 Fr. auf das Kilometer Fracht, angenommen. Hierin ſind die Intereſſen für das Anſchaffungs-Kapital des Wagens und die Abnützung der leeren Wagen, und die Schmiere begriffen. Fügt man nun hinzu 182 Fr. 16 C. Intereſſen von dem Kapital, für welches 4 Reſerve-Wagen angeſchafft werden, damit ſtets ein Wagen im Gange ſeyn kann, ſo betragen die Unterhaltungskoſten der während 312 Tagen im Jahre, im Gange befindlichen Wagen, 800 Fr. 59 Cent., oder 2 Fr. 57 Cent. täglich, oder 0,0199 Fr. auf das Kilometer und den Wagen oder 0,007 Fr. auf die Tonne und das Kilometer (2).

Drittens auf Generalkoſten.

Dieſe beſtehen, wie ſchon bemerkt wurde, aus dem Solde des Verſendungs-Inſpektors und dem ſeiner Agenten, aus den Koſten, welche die Verproviantirungs-Depots für Waſſer und Brennmaterial, verurſachen. Sie müſſen daher zur Hälfte auf den Transport der Reiſenden, und zur andern Hälfte auf den der Waaren vertheilt werden. Beträgt daher die Summe dieſer Ausgaben 53,000 Fr., ſo kommt die Hälfte davon mit 26,500 Fr. auf dieſem leztern Artikel, im Fall man nur einen Dampfwagen anwendet. Da aber in dem fraglichen Falle zwei Maſchinen benuzt werden, ſo werden die Generalkoſten für jede derſelben jährlich 13,250 Fr., oder 42 Fr. 26 Cent. täglich, oder 0,33 Fr. auf das Kilometer, oder 0,011 Fr. auf die Tonne und das Kilometer betragen (3).

Dieſe Zahl wird ſich mit der Anzahl der angewendeten Lokomotiven vermindern.

Wir folgern daher, daß die Transportkoſten für 1000 Kilogr. oder für 1 Tonne Waaren, 1 Kilometer ($265^1/_2$ preuß. Ruthen oder etwas über $^1/_4$ pr. Meile) weit transportirt, verurſachen:

An Koſten für den Dampfwagen (1) . .	0,029
An Koſten für die Frachtwägen (2) . .	0,029
Generalkoſten (3)	0,011
Summa	0,047

Folglich können die Transportkoſten bei einer guten Adminiſtration 5 Centimen nicht überſteigen und werden wahrſcheinlich, in Folge noch zu machender Verbeſſerungen auf $3^1/_2$ Cent. reducirt werden können.

Transportkoſten eines Wagenzuges.

Dieſe Koſten beſtehen aus den täglichen Ausgaben für eine Locomotive (1) . . . . . 111 Fr. 30 Cent.

Aus den Ausgaben für 10 Wagen,
jeden zu 2 Fr. 57 Cent. (2) . . 25 „ 70 „
Aus den Generalkoſten (3) . . . 42 „ 46 „
Summa 179 Fr. 46 Cent.

Oder wenn der Wagenzug täglich 128 Kilometer, bei einer Befrachtung von 30,000 Kilogr. macht, ſo iſt es daſſelbe, als wenn 3840 Tonnen auf einer Strecke von einem Kilometer für 17,946 Centimen gezogen werden ſollten; welches auf die Tonne und das Kilometer 4 Centimen macht, daſſelbe Reſultat, welches wir oben erlangten.

Transportkoſten für Perſonen.

Wir gehen jetzt in dieſelben Details von Betrachtungen und Berechnungen ein, um die Transportkoſten für Reiſende zu beſtimmen.

Man nimmt an, daß das gewöhnliche Gewicht eines Wagens, in welchem 16 bis 20 Reiſende Platz gefunden

haben, 2500 Kilogr. wiegt, ſo daß ein Dampfwagen von der oben angegebenen Kraft auf der Eiſenbahn von Waſhington einen mit 300 Perſonen beladenen Wagenzug transportiren könnte, wenigſtens im Sommer. Da es aber nicht wahrſcheinlich iſt, daß immer eine ſolche Anzahl von Reiſenden täglich, das ganze Jahr hindurch, zu transportiren ſeyn möchten, ſo hat man es für zweckmäßig erachtet, die Berechnung auf nur 100 Perſonen täglich zu gründen. Dieſe Anzahl erfordert acht Wagen, nämlich ſechs Perſonen- und zwei Päckereiwagen.

Ausgaben für den Dampf- und den Munitionswagen.

Man hat angenommen, daß die Unterhaltungskoſten für einen Dampf- und ſeinen Munitionswagen, der täglich 128 Kilometer mit einer Geſchwindigkeit von 32 Kilom., oder von 8 Lieues in der Stunde durchläuft, täglich 47 Fr. 71 Cent., bei 365 Arbeitstagen in dem Jahr betrage, eine Ausgabe, die auf das Kilometer 0,3251 Fr. betragen (4).

Ausgaben für die Perſonenwagen.

Die Unterhaltungskoſten dieſer Wagen laſſen ſich zu 5 Fr. 30 Cent. täglich annehmen, das Jahr zu 365 Tagen gerechnet. Dieß beträgt bei einem täglich zu machenden Weg von 128 Kilometer, auf 1 Kilom. 0,04121 Fr. (5).

Generalkoſten.

Wir haben ſchon weiter oben bemerkt, daß die Hälfte der als Generalkoſten angenommenen 53,000 Fr. auf die Ausgaben für den Transport der Reiſenden kommen, welches täglich auf die im Gebrauch ſtehende Maſchine 36 Fr. 46 C. beträgt, das Jahr zu 365 Tagen angenommen. Um aber die unvorherzuſehenden Ausgaben zu decken, iſt es zweckmäßig, dieſelben Ausgaben auch dann zu laſſen, wenn auch eine größere Anzahl von Maſchinen angewendet wird (6).

Tägliche Ausgaben für eine Locomotive und die zum Transport von 100 Reisenden auf eine Bahnlinie von 128 Kilometern.

Sold einem Maschinenmeister .	10	Fr. 60	Cent.
Desgleichen seinem Gehülfen . .	7	„ 95	„
15 Hektoliter Anthracit . . .	55	„ 65	„
Unterhaltung eines Dampfwagens und seines Munitionswagens (4)	41	„ 70	„
Tägliche Interessen von dem Ankaufs-Kapital für zwei Reserve-Dampfwagen und ihren Munitionswagen	8	„ 85	„
Summa für einen Dampf- und Munitionswagen	124	Fr. 75	Cent.
Unterhaltungskosten von 8 Personen-Wagen, jeder zu 5 Fr. 30 Cent. täglich (5) . . .	42	Fr. 40	Cent.
Sold einem Conducteur des Wagenzuges	10	„ 60	„
Generalkosten (6)	36	„ 46	„
Summa täglich	214	Fr. 21	Cent.

Diese auf 100 Personen, bei einer täglichen Leistung von 128 Kilometern, geben auf einen Reisenden und auf das Kilometer 0,017 Fr.

Um jedoch bei dieser Berechnung nichts Unsicheres zu Grunde zu legen, hat man die Anzahl der täglich reisenden Personen nur zu 67 angenommen, wozu nur 6 Wagen erforderlich sind, von denen der eine nicht einmal seine ganze Ladung erhält und daher die Päckereien aufnehmen kann.

Unter dieser Voraussetzung wird die obige Berechnung folgende:

Sold einem Maſchinenmeiſter . . .	10 Fr.	60	Cent.
Desgleichen ſeinem Gehülfen . . .	7 „	95	„
12 Hektoliter Anthracit à 3 Fr. 70 C.	44 „	40	„
Unterhalt eines Dampf- und eines Munitionswagens . . .	41 „	70	„
Tägliche Intereſſen von 2 Reſerve-Maſchinen nebſt Munitionswagen	8 „	85	„
Summa für einen Dampf- und Munitionswagen	113 Fr.	50	Cent.
6 Wagen à 5 Fr. 30 Cent. tägliche Unterhaltungskoſten	31 „	80	„
Sold einem Conducteur des Wagenzuges	10 „	60	„
Generalkoſten	37 „	46	„
Summa täglich	193 Fr.	36	Cent.

Dieſe auf 67 Perſonen, bei einer täglichen Leiſtung des Dampfwagens von 128 Kilogr. vertheilt, geben ein Perſonengeld von 0,022 auf ein Kilometer.

Ueberſichts-Tabelle der doppelten Eiſenbahn von Baltimore nach Waſhington:

Länge.	Ausgeglichene Abhänge.	Steigungen. Maximum.	Steigungen. Mittel.	Veranſchlagte Koſten auf ein Met.	Wirkliche Koſten auf d. Met.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigk. in der Stunde.	Gewicht der Schienen.
60,751 Met. 15 Lieues 9 Meilen	123 Met. 390 Fuß	1/68	1/287	165,51 Fr.	184 Fr.	Maſchine.	382 M. 1217 Fuß.	25 Kil. 3,3 Meil.	15. 75 Kil. 33 Pf.

Der Weg von Baltimore nach Waſhington wird in Folge einer Geſchwindigkeit von 25 Kilomet. in der Stunde auf den geraden und von 21 Kilomet. auf den gekrümmten Theilen, in 2½ Stunden zurückgelegt werden können.

Und ſo wird man denn nächſtens, zu allen Jahreszeiten in 24 bis 26 Stunden, den faſt 189 Lieues (113 Meilen)

langen Weg von Boston nach Washington zurück zu legen im Stande seyn, und es werden davon 56 auf dem Dampfboot in 133 Linien auf der Eisenbahn gemacht. Ein ähnliches Resultat zeigt hinlänglich, welchen Werth man der Zeit ertheilt und welche Anstrengungen von dieser thätigen Bevölkerung gemacht worden sind, um die entferntesten Theile des weiten Gebietes der Republik in ein einziges System einer sehr schnellen Verbindung zu bringen.

Wir wollen jetzt zeigen, wie diese große Atlantische Linie durch die südlichen Staaten fortgesetzt werden wird. Sie geht durch Frederichsburg und Richmond in Virginien, durch Raleigh in Nord-Carolina, durch die Stadt Columbia nach Süd-Carolina bis nach Charleston. Von hier aus soll ein System von secundären Bahnen nach dem Mexikanischen Meerbusen und nach dem Mississippi-Thal gehen.

Verbindung zwischen Washington und Richmond.

Von Washington nach Frederichsburg in Virginien, verfolgt man zuvörderst auf einer Strecke von 72½ Kilometer (9,6 Meilen) den Weg mit dem Dampfboote auf dem Potomak bis Potomak-Creek, von wo ab man bis nach Frederichsburg eine 11 Kilom. (1,4 Meilen) lange Eisenbahn projektirt hat.

Eisenbahn von Frederichsburg nach Richmond.

Diese wird eine Länge von 97,406 Meter (13 Meilen) erhalten, und sich in einer südlichen Richtung fortziehen und muß eine Menge kleiner Flüsse durchschneiden. Obgleich daher das Terrain sehr coupirt ist, so beträgt das stärkste Steigen doch nur $\frac{1}{151}$, d. h. ungefähr 6⅔ Millim. auf 1 Meter.

Zu den Unterlagen nimmt man das Holz der weißen Fichte und dieselben bestehen aus Querbalken von 11½ Zoll

Stärke, die unmittelbar auf dem Boden liegen und mit welchen die 8¾ Zoll starken Längenbalken verbunden sind, auf denen man die Schienen, die aus 6 Zoll breiten und fast 2 Zoll starken Eisenstäben bestehen, befestigt. 1 Meter von diesen Stäben wiegt 4 Kilogr. (8,4 Pf.) — Die Anlagekosten sind auf 4¼ Millionen Fr. veranschlagt, d. h. die Lieue der einfachen Bahn wird 124,000 Fr. und das Meter 31 Fr. kosten. Die ganze Strecke wird in 5 Stunden zurück gelegt werden können. — Die Bahn ist in der Ausführung begriffen.

Eisenbahn von Richmond nach Petersburg.

Diese Strecke der weitern Fortsetzung der Atlantischen Linie ist 8 Lieues lang und wird nach Vollendung der jetzt ebenfalls in der Ausführung begriffenen Eisenbahn in einer Stunde zurückgelegt werden können.

Die fernere Fortsetzung der Atlantischen Linie bildet die Eisenbahn von Petersburg nach Roanoke. Die ganze Länge derselben beträgt 94,949 Meter und weicht nur um 800 Meter von der geraden Linie ab. Die größte Steigung beträgt nur $\frac{1}{173}$ oder 5½ Millimeter auf 1 Meter. Der Krümmungshalbmesser ist auf 1500 Meter festgestellt worden.

Ueber die Flüsse ist man mittelst hölzerner Brücken gegangen und zur Unterlage der Schienen dienen Balken von Fichtenholz, die auf Querbalken von dem Holz der weißen Eiche liegen. Die Schienen sind Eisenstäbe, deren Dimensionen wir bei der Bahn von Washington nach Richmond angegeben haben. Die Anlage von 1 Lieue einer solchen einfachen Bahn hat 89,280 Fr. oder das Meter 22 Fr. 32 Cent. gekostet.

Man wendet Dampfwagen an, die 5 bis 6 Lieues in der Stunde auf den horizontalen Theilen der Bahn zurücklegen. Diese aus der Maschinenfabrik des Herrn Bury in England gezogenen Maschinen, haben 15 bis 18 Pferdekräfte.

Die erste derselben hat ein Gewicht von 4000 Kilogr. und zieht 18 bis 20 Tonnen Belastung. Die zweite Maschine hat ein Gewicht von ungefähr 5 Tonnen, einen Cylinder von 8 Zoll 5 Linien und einen Hub von 1 Fuß 3 Zoll $2^1/_2$ Linie und bewegt vier Räder, unter einem Druck von $3^1/_4$ Atmosphären, obwohl das Sicherheitsventil, ohne sich zu heben, einen Druck von 4 Atmosphären ertragen kann. Dieser Dampfwagen zieht mit einer Geschwindigkeit von 6 Lieues in der Stunde eine Last von $67^1/_2$ Tonnen, wovon 35 Tonnen Fracht. Auf den stärksten Abhängen hat er sich mit einer Geschwindigkeit von 4 Lieues in der Stunde bewegt, welches Resultat sehr merkwürdig ist.

Eisenbahn von Portsmouth nach dem Roanoke.

Dieß ist eine Seitenbahn und verbindet den wichtigen Hafenplatz Norfolk, von wo ab Dampfboot-Verbindungen mit Neu-York, Charleston, Philadelphia, Baltimore, Washington und Richmond statt finden mit der großen Atlantischen Linie, deren Ende sie für jetzt zugleich bildet, da die weitere Erstreckung der Bahn nach Charleston erst in der Folge ausgeführt werden wird.

Die ganze Länge der Bahn beträgt 96,540 Met. oder 24 Lieues 14^2, Meil, die stärkste Steigung $+\frac{1}{264}$; die Anlagekosten für das laufende Meter sind zu 27 Fr. veranschlagt; die bewegende Kraft bilden Dampfwagen, die in der Stunde 24 Kilometer zurücklegen. Die Construktion der Bahn ist der so eben beschriebenen im Allgemeinen gleich.

Ueberſichts-Tabelle der Atlantiſchen Linie.

Bezeichnung der Orte.	Entfernungen in Kilometern.			Erforderliche Zeit.	Reiſekoſten für die Perſon.
	Zu Waſſer.	Auf der Eiſenbahn.	Abſolute Entfernung.		
Von Boſton nach Neu-York . .	225½	144½	370	12 Stunden	42 Fr. 40 C.
„ „ „ Philadelphia . .	„	279½	505	17 „	53 „
„ „ „ Baltimore . . .	„	469¼	694½	24 „	68 „ 90 „
„ „ „ Waſhington . .	„	530	755½	26 „	82 „
„ „ „ Richmond . . .	298	648½	946½	31 „	„
„ „ zum Roanoke . . .	„	798	1096	36,30	„

Synoptische Tabelle der Eisenbahnen, welche die Atlantische Linie bilden.

Ausgeführte Arbeiten.				
Längen.		Anlagekosten a. d. Met.		Gewicht eines Meter von den Schienen.
Doppelte Bahn.	Einfache Bahn.	Mit Trag-steinen.	Mit hölzern. Unterlagen.	
Meter.	Meter.	Fr.	Fr.	Kilogr.
98,168	„	118	„	19,42
„	45,060	„	57	5,80
26,073	„	„	106	6,87
60,751	„	„	184	15,75
„	96,540	„	26,67	5,25
„	94,949	„	30	5,25
184,992 M.	236,549 M.	Durchschnittliche Anlagekosten einer doppelten 145 Fr.		
421,541 M.		Durchschnittliche Anlagekosten einer einfachen Bahn 38 Fr.		

In der Ausführung begriffene Arbeiten.				
	Meter.		Fr.	Kilogr.
—	67,591	—	50	20
—	76,884	—	78	20
—	19,312	—	30	5
—	48,279	—	82	5,80
—	118,327	—	31	4
—	330,393	Durchschnittliche Anlagekosten 54 Fr.		

Atlantiſche Linien gegen Weſten.

Staat von Maſſachuſetts.

Eiſenbahn von Boſton nach Worceſter.

Dieſe Bahn iſt das erſte Glied von einer großen Kette, welche ſich bis nach Albany ausdehnen ſoll, um den Handel von Weſten her, mehr nach Boſton zu ziehen. Sie beginnt in der Stadt Boſton ſelbſt, geht auf einem Damm, der zum Theil aus Mauerwerk, zum Theil aus Pfahlwerk und zum Theil ganz aus Holz beſteht, über einen Meeresarm, welcher die Mündung des Charlesfluſſes bildet und geht mittelſt einer Brücke über dieſen Fluß. Dieſelbe beſteht aus einem einzigen Joch von 36 Met. (115 Fuß) Spannung, liegt 10½ Meter (33½ Fuß) über dem Waſſerſpiegel und hat 30,000 Fr. gekoſtet. Sie geht außerdem durch mehrere Einſchnitte und Dämme, erſtere zum Theil auch durch feſtes Granitgeſtein geführt.

Die Erdarbeiten ſind 7,8 Meter (25 Fuß) breit gemacht, um die jetzt nur einfach angelegte Bahn, verdoppeln zu können. Die Länge der ganzen Bahn beträgt 69,603 Meter oder 17½ Lieues (10½ Meilen), das Maximum der Steigungen $\frac{1}{173}$, das Mittel derſelben $\frac{1}{440}$. Die Anlagekoſten ſind zu 4,783,576 Fr. veranſchlagt, ſo daß 1 Lieues 276,000 Fr., oder das laufende Meter 69 Fr. koſtet.

Man hat Stabſchienen angewendet, wie bei der Bahn von Boſton nach Providence, oder ähnlich der auf der Bahn von Clarence in England (Fig. 22) angewendeten. Das laufende Meter von dieſen Schienen wiegt 1969 Kilogr (41, 35 Pfd.). Die Schienen liegen in gußeiſernen Stühlen, welche auf Querbalken von Cedern- und Kaſtanienholze befeſtigt ſind, die ihrerſeits auf Mauerwerk ruhen, das nach der Beſchaffenheit des Terrains höher oder niedriger iſt. Die Krümmungs-Halbmeſſer betragen 300 Meter. Man wendet Dampfwagen

an, welche ſich mit einer Geſchwindigkeit von 27 Kilometern (3½ Meilen) in der Stunde bewegen. Der Stand der Actien iſt 112%.

Doppelte Eiſenbahn von Lowell.

Dieſe hat den Zweck, den Fabrikort Lowell mit dem Hafen von Boſton zu verbinden. Ihre ganze Länge beträgt 41,029 Meter, oder 10¼ Lieues (6 Meilen), ohne die vielen Verzweigungen nach den einzelnen Fabriken an den Fällen des Mennimak-Fluſſes, deren Gefälle zu der Bewegung der Maſchinen benutzt werden. Das Maximum der Steigung beträgt $\frac{1}{528}$, oder ungefähr 2 Millimeter auf das Meter. Die Anlagekoſten haben auf das laufende Meter 106 Fr. betragen. Die Breite der Bahn beträgt 7,8 Meter (25 Fuß).

Die angewendeten Schienen ſind denen auf der Liverpool-Mancheſter-Bahn (Fig. 17, 18, 26 und 27) ähnlich. Ihre Länge beträgt 3,66 Meter bis 4,57 bis 5,49 Meter (11⅔ bis 14½ bis 17½ Fuß) und das laufende Meter wiegt 19,55 Kilogr. (41 Pfd.). Die Schienen ruhen auf gußeiſernen Stühlen, welche auf Tragſteinen von Granit von 11½ Zoll im Kubus befeſtigt ſind, die ihrerſeits auf gemauerten Unterlagen ruhen, die 2 Fuß 4⅔ Zoll ſtark ſind und deren Höhe nach dem Terrain verſchieden iſt und 2½ bis 3¼ Fuß beträgt. Die Tragſteine liegen 1 Meter aus einander und ſind in der Quere durch Mauerſchichten von 11½ Zoll Breite und 6 Zoll Stärke, mit einander verbunden. Die innern Ränder der Schienen liegen 1,44 Meter (4 Fuß 7 Zoll) auseinander; die Schienen beider Bahnen ſind 1,83 Meter (5 Fuß 10 Zoll) von einander entfernt. Die Schienen ſtehen 10 Zoll über den Tragſteinen hervor.

Man hat mehrere Durchſchnitte durch feſten Gneis und Glimmerſchiefer treiben müſſen. Man fährt mit Dampfwagen, die 25 Kilom. (3,3 Meilen) in der Stunde machen. — Der Stand der Actien iſt 114%.

Eisenbahn von Quincy.

Dieses ist die erste Eisenbahn, welche in den vereinigten Staaten angelegt worden. Sie kam schon 1827 in Betrieb und hat den Zweck, die berühmten Granitbrüche von Quincy mit dem Meere in Verbindung zu setzen. Die Bahn ist 3½ Lieues lang, und ist auf Pferde-Förderung vorgerichtet. Die Schienen sind platt, 3 Zoll breit und 5 Linien stark und mittelst eiserner Nägel unmittelbar auf Granitblöcken befestigt, die auf trockenem Mauerwerk ruhen, und von zwei zu zwei Metern durch 6 Fuß 9½ Zoll lange Blöcke, die in der Quer-Richtung liegen, mit einander verbunden.

Staat von Neu-York.

Zu den projectirten, aber noch nicht begonnenen Bahnen gehören zuvörderst die beiden großen von Neu-York nach dem Frie-See, welche 196¾ Lieues lang werden wird, so wie die von Neu-York nach Albany, welche 64 Lieues von einander entfernt sind.

Eisenbahn von New-York nach Harlaem.

Diese hat den Zweck, die große Handelstadt mit einem Theil der sehr gesunden Insel Manhattan, welche sehr viele Landhäuser enthält, in eine schnelle Verbindung zu setzen. Sie beginnt mitten in der Stadt, wo sie eine Breite von 3,96 Meter (12½ Fuß) hat, und ihre Länge beträgt 12 Kilomet. (1½ Meilen). Die Bahn ist sehr fest auf einer Unterlage von Granit erbaut, ist einfach, und das laufende Meter kostet 155 Fr. Die Wagen werden von Pferden gezogen. Es sind mehrere Einschnitte in festem Gestein erforderlich gewesen. Noch ist die Bahn nicht gänzlich vollendet, allein auf dem vollendeten Theil schon fahrbar, und die Actien stehen auf 115%.

Doppelte Eiſenbahn von Albany nach Schenectady.

Dieſe bildet einen Theil von der großen projectirten Eiſenbahnlinie von dem Atlantiſchen Meere nach dem Weſten. Ihre Länge beträgt 25½ Kilometer (3,3 Meilen) und obgleich ſie über 102 Meter über dem Hudſon liegende Höhen geführt werden mußte, ſo beträgt das Maximum der Steigungen doch nur $\frac{1}{225}$, indem zwei geneigte Ebenen mit feſtſtehenden Dampfmaſchinen vorgerichtet worden. Der geringſte Halbmeſſer einiger Krümmungen beträgt 300 Meter.

Das Terrain iſt meiſtentheils ſandig; die Brücken über die zu paſſirenden Flüſſe, ſind hölzern.

Längs der Bahn ſind Vertiefungen aufgeworfen, in denen auf einer Unterlage von zerſchlagenen Steinen, 11½ Zoll ſtarke Tragſteine liegen, die rings um mit kleinen Steinen feſtgeſtampft werden. Sie liegen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 1 Meter auseinander. Auf ihnen ſind mittelſt gußeiſernen Stühlen und Knieen, Balken von 6 Zoll im Quadrat aus Norwegiſchem Fichtenholz befeſtigt und auf dieſelben die ½ Zoll ſtarken und 2½ Zoll breiten, platten Schienen genagelt.

An den aus Geröllen und Dammerde beſtehenden Stellen, liegen unter den Querbalken, der Länge nach gehende Balken, welche auf zerſchlagenen Steinen ruhen. Die Breite der Bahn beträgt 1,44 Met. (4 Fuß 7 Zoll.)

Die Enden der Schienen greifen in einander und liegen auf Eiſenplatten; die Balken ſind durch Klammern mit einander verbunden. Die Holzunterlagen ſind mit zerſchlagenen Steinen und mit Erde bedeckt. Das laufende Meter der Bahn hat 296½ Fr. gekoſtet.

Die zum Transport der Perſonenwagen angewendeten Maſchinen haben ein Gewicht von 3 Tonnen (3000 Kilom.) und die Räder haben 1,42 Meter (4 Fuß 6¼ Zoll) im Durchmeſſer. Die Perſonenwagen, welche von einer ſolchen Ma-

schine mit einer Geschwindigkeit von 6 Lieues (3¾ Meilen) in der Stunde bewegt werden, wiegen 8 Tonnen. Das Personengeld beträgt 3 Fr. 32¼ Cent. Der Stand der Actien ist 130%.

Eisenbahn von Schenectady nach Utica.

Diese bildet das zweite Glied der Eisenbahnkette von Albany nach dem Frie-See und ihr hauptsächlichster Zweck ist der schnelle und sichere Personenverkehr. Die Bahn ist 32 Lieues lang, einfach, und ihre Construktion wie die, der vorhergehenden Bahn. Die Anlagekosten einer Lieue betrugen 160,000 Fr., die eines laufenden Meter 40 Fr.. Die Erdarbeiten sind zu einer doppelten Bahn vorgerichtet. Der Stand der Actien ist jetzt 128%.

Unter mehreren Nebenbahnen erwähnen wir zuvörderst die 1¼ Lieues lange Bahn von Buffalo nach Blackrock, die gänzlich aus Holz besteht. Paralell mit der Bahn sind gespaltene Hölzer gelegt, die breite und behauene Seite oben. Darauf sind in der Quere Balken wie eine Brückenbahn befestigt. Darauf ruhen Balken von 4 Zoll Breite und 2 Zoll Stärke; auf denen die platten, 2 Zoll breiten und ½ Zoll starken Schienen befestigt worden sind. Eine solche Construktion hat 36,000 Fr. die französische Meile, oder 9 Fr. das laufende Meter gekostet.

Um das Holz gegen das Faulen zu schützen, hat man die obersten Balken auf ein Bett von ungelöschtem Kalk gelegt und sie darauf mit gelöschtem Kalk gut überzogen, so wie die Bohlen mit einem flüssigen Kitt, der alle Fugen gehörig ausgefüllt hat. Das Ganze ist alsdann mit Sand bedeckt.

Zu Rochester hat man eine Eisenbahn ausgeführt, die den Zweck hat, die Niveau-Differenz des Frie-Kanal zu überwinden. Sie geht von der Mitte der Stadt bis dahin, wo die Schifffahrt auf dem Actaria-See beginnt. Sie ist 4746 Met. lang und die mit derselben zu gewinnende Höhe

beträgt 76.43 Meter. Die Fälle des Geneſſée-Fluſſes ſelbſt ſind als bewegende Kraft, um die Wagen auf die geneigten Ebenen hinauf zu ziehen, angewendet worden.

Eiſenbahn von Schenectady nach Saratoga.

Dieſelbe wurde 1831 begonnen und im Frühling 1833 vollendet. Sie beginnt in der Stadt Schenectady, woſelbſt er ſich mit der Albany-Bahn vereinigt, überſchreitet den Frie-Kanal in der Stadt, ſpäter den Fluß Mohawk, geht durch mehrere Dörfer und endigt mitten in Saratoga. Die Länge der Bahn beträgt 34,439 Meter (8½ franzöſiſche oder 5 deutſche Meilen); das Terrain iſt ſehr günſtig und das Maximum der Steigung beträgt nur $\frac{1}{330}$, oder 3 Millim. auf 1 Meter. Die Bahn iſt einfach und ihre Conſtruktion gänzlich ſo wie die bei der Bahn von Albany nach Schenectady erwähnten beiden Arten.

Die darauf im Gange befindlichen Dampfwagen machen mit einer Belaſtung von 15000 Kilogr., 6 bis 7 Lieues in der Stunde; es werden Koaks als Brennmaterial angewendet. Der Weg von Schenectady nach Saratoga wird in einer Stunde und 20 Minuten und der von Albany nach Saratoga in 2½ Stunden zurückgelegt.

Die Anlagekoſten haben 1,574,356 Fr., oder 184,000 Fr. auf die Lieue, oder 46 Fr. auf das laufende Meter betragen. Die ſämmtlichen jährlichen Unterhaltungskoſten belaufen ſich auf 90,047 Fr., d. h. ungefähr 6% von dem Anlagekapital, oder die Hälfte von der jährlichen Einnahme. Das Perſonengeld beträgt 6 Fr. 55 Cent. Die Dividende betrug 1833 und 1834 9% und der Stand der Actien iſt 114%.

Es hat ſich eine Geſellſchaft zur Verlängerung der Bahn von Saratoga bis zum Fort Edward gebildet. Die Länge derſelben wird 8 Lieues betragen.

Einfache Eisenbahn von Saratoga nach Troy.

Saratoga ist ein sehr wichtiger Brunnenort und Troy der Punct, wo die Dampfschifffahrt auf dem Hudson ein Ende hat. Auf diese Weise kann man den 72 Lieues (43 Meilen) langen Weg zwischen Neu-York und Saratoga in 10 Stunden zurück legen.

Die Eisenbahn ist fast 10 Lieues (6 Meil.) und das Maximum der Steigungen ist $\frac{1}{211}$ bis $\frac{1}{264}$. Sie ist auf dieselbe Weise, wie die vorhergehende beschriebene Bahn construirt. Die Anlagekosten sind auf $1^1/_2$ Millionen Fr., d. h. die Lieue auf 150,000 Fr. veranschlagt. Man wird Dampfwagen, die in Philadelphia angefertigt worden sind, gebrauchen. Die Actien der Gesellschaft stehen auf 112%.

Um die Bahn mit der Linie von Albany nach dem Erie-See in Verbindung zu bringen, hat man das Project, eine Verzweigung zwischen Ballston und Amsterdam anzulegen, so daß die von Westen her kommenden Reisenden zu Amsterdam die von Schenectady nach Utika führende Eisenbahn, die wegen ihrer geneigten Ebenen viel Unbequemes hat, veranlassen und zu Troy, auf den Hudson gelangen können.

Einfache Eisenbahn von Ithaka nach Owego.

Mittelst dieser Bahn wird die Schifffahrt auf dem Erie-Kanal mit der auf dem Susquehanna verbunden. Sie ist $11^1/_2$ Lieues (7 Meilen) lang hat zwei geneigte Ebenen von $^1/_4$ und $^1/_{24}$ von denen die erste mit einer feststehenden Dampfmaschine versehen ist und die übrigen Steigungen überschreiten $\frac{1}{264}$ nicht. Am obern Ende der ersten Rampe sind sehr kostbare Erdarbeiten, bestehend in Einschnitten durch festes Gestein und in Dämmen, erforderlich gewesen.

Bei der Construktion der Bahn hat man im Allgemeinen das bei den vorhergehenden Bahnen beschriebene Verfahren angewendet. Man hat nämlich längs der Bahn zwei 1 Fuß tiefe Gräben aufgeworfen, dieselbe mit Grus vollgestampft und auf dieselben Balken gelegt, auf denen von Meter zu Meter Querbalken liegen, welche als Stützpunkte für die Balken dienen, auf denen die platten Schienen befestigt sind. Das Holz ist das der weißen Eiche.

Die Anlagekosten haben 38 Fr. auf das laufende Meter betragen. Man wendet Pferde als bewegende Kraft an, die in der Stunde 20 Kilogr. (2,6 Meilen) zurücklegen. Die Bahn ist seit 1834 im Gebrauch und ihre Actien stehen jetzt auf 73%.

Staat Pennsylvanien.

Doppelte Eisenbahn von Columbien.

Dieselbe hat den Zweck, als directerer Ausweg für den Kanal von Pennsylvanien zu dienen. Der Ausgangspunkt ist im Innern von Philadelphia; ihre allgemeine Richtung ist die von Osten nach Westen; sie geht auf einem Viaduct über den Schuylkill und gelangt dann zu einer Rampe von $\frac{1}{15}$ Steigen, die 57 Meter Höhe hat. Sie ist mit zwei feststehenden Maschinen von 60 Pferdekräften, eine jede versehen, welche einen Wagentransport mit 20 Tonnen Fracht mittelst einer eisernen Kette ohne Ende, in 15 Minuten hinaufzieht, wovon 5 Minuten auf die unvermeidlichen Aufenthalte am Fuß und am Gipfel der Rampen gehen. Eine andere Rampe ist in der Nähe des Beckens von dem Kanal von Pennsylvanien vorhanden; sie hat $\frac{1}{20}$ Fallen und ist mit zwei feststehenden Dampfmaschinen, jede von 40 Pferdekräften, versehen. Die übrigen Steigungen der Bahn sind nicht über $\frac{1}{117}$ und im Mittel $\frac{1}{176}$. Krümmungen von 135 bis 225 Halb-

meſſer ſind ſehr häufig, ja die Bahn beſteht nur aus einer Reihe von ſolchen.

Die Anlage der Bahn iſt ſehr dauerhaft. Die eine hat gewalzte Stabſchienen, ähnlich denen auf der Clarence- oder auf der Wigganbahn in England (Fig. 20). Sie ruhen auf Tragſteinen von Granit und auf Querbalken von der Pſeudo-Akazie, die bei den geraden Theilen 5 und bei den krummen 3 Meter von einander entfernt liegen. Das laufende Meter von den Schienen wiegt 39 Pfd.; ſie liegen in gußeiſernen Stühlen, von denen jeder 12½ Pfd. wiegt.

Die andere Bahn iſt mit platten Schienen vorgerichtet, die zum Theil auf dicht aneinander liegenden Granitblöcken, zum Theil aber auch auf hölzernen Balken befeſtigt ſind, welche aber auch gegen Steine ausgetauſcht werden ſollen.

Die Bahn iſt zwar für Dampfwagen vorgerichtet, allein ehe dieſelben vollſtändig vorhanden ſind, wendet man auch Pferde an. Die bis jetzt gebrauchten Locomotiven haben ein Gewicht von 6 Tonnen oder Reiſende mit einer Geſchwindigkeit von 4 Lieues (2⅔ Meilen) in der Stunde ziehen; folglich kann der ganze 33 Lieues (20 Meilen) lange Weg in 8¼ Stunden zurückgelegt werden.

Die neuen, angewendeten Locomotiven ſind von der Conſtruktion des Herrn Baldwin zu Philadelphia und gänzlich der Maſchine von E. L. Miller auf der Eiſenbahn von Süd-Carolina, ähnlich. Ihre Wirkung iſt ſehr bedeutend; ſie können ein Gewicht von 75 Tonnen mit einer Geſchwindigkeit von 19 bis 22 Kilogr. (2 bis 2¾ Meilen) in der Stunde ziehen.

Auf den ſtark geneigten Theilen des Weges kann man leicht auf die Räder, welche die Bewegung hervorbringen, einen größern Theil des Gewichts bringen, um ihre Adhäſion und folglich ihre Zugkraft zu vermehren.

Man hat die Abſicht, dieſe Bahn bis Harrisburg, d. h. 11¼ Lieues weiter zu verlängern.

Eisenbahn von Portage.

Diese Eisenbahn ist das Glied, mittelst welchem die große Atlantische Linie gegen Westen, ihrem Uebergang über das Alleghany-Gebirge bewerkstelligt, nachdem sie zuvörderst die so eben beschriebene Columbia-Bahn und dann die Abtheilung des Kanals des Centraltheils von Pennsylvanien, auf einer Länge von 275,447 Met., einer allgemeinen west-nord-westlichen Richtung, verfolgt hat. Die Bahn hat eine Länge von 59,000 Metern (14¾ Lieues) und knüpft sich an den westlichen Theil desselben Kanals, der bis Pittsburg geht und 167,336 Meter lang ist.

Demnach hat diese ganze Linie von Kanälen und Eisenbahnen, vom Delaware bis zum Ohio, oder von Philadelphia bis Pittsburg eine Längenerstreckung von 633,048 Met. oder 158¼ Lieues, oder 95 Meilen.

Die Portage-Eisenbahn ist die wichtigste Arbeit dieser Art in den vereinigten Staaten. Durch die Kette der Alleghanys ist ein Tunnel erforderlich gewesen, welches 747 Met. (3281 Fuß) über dem Niveau des Oceans liegt, 274 Meter lang, 6,7 Met. weit und 5,8 Met. hoch ist. Diese Tagestrecke ist gänzlich durch festes Gestein getrieben und es haben daher nur ihre beiden Mundlöcher einer Bekleidung von Mauerwerk bedurft.

Die allgemeine Richtung der Bahn ist Ost-Nord-Ost, von Hollidaysburg, dem Auswegspunkt ähnlich von den Gebirgen bis nach Johnstown, ihren Endpunkt im Westen. Die Bahn geht von einem Becken aus, in welchem sich der Centraltheil des Kanals von Pennsylvanien endigt, verfolgt zuvörderst eine west-nord-westliche Richtung bis Blairs Gap, wendet sich dann plötzlich nach Süd-Westen ins Thal von Conemaugh, um sich bei Johnstown bei einem Becken zu endigen, wo die westliche Abtheilung des Kanals von Pennsylvanien beginnt.

Die Länge der Bahn östlich von der Tagesstrecke beträgt 16,270 Met. Die auf dieser Strecke erreichte Höhe beträgt

426,69 Met. Es ist durch fünf Rampen von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{14}$ Steigungen geschehen. Die Gesammtlänge der Basen dieser Rampen betragen 3500 Met.; die noch bleibenden 12,770 Meter, haben eine Steigung, deren Maximum $\frac{1}{352}$ oder ungefähr 3 Millimeter auf das Meter beträgt.

Die Strecke westlich von dem Tunnel bis Johnstown ist 42,456 Meter lang und die zu ersteigende Höhe beträgt 357,46 Meter, weßhalb fünf andere Rampen mit denselben Neigungs-Winkeln, wie die östlichen, erforderlich waren. Die Steigung des übrigen Theils der Bahn auf dieser Seite, beträgt auch $\frac{1}{352}$.

Die Vertheilung dieser Steigungen hat sehr bedeutende Einschnitte und Dämme erforderlich gemacht. Einer von den letztern hat 20 Meter Höhe und enthält 45,840 Kubikmeter Schutt; eine andere ist 914 Meter lang und enthält 72,580 Kubikmeter.

Die ganze Länge der Bahn beträgt 59 Kilometer (14¾ Lieues oder fast 9 Meilen), die man wegen der schwierigen Ausführung in 46 Unterabtheilungen getheilt hat. Es finden sich auf der ganzen Linie 4 gemauerte Viadukte, 68 kleine Brücken und 85 Kanäle zur Abführung der Gewässer. Alle diese Arbeiten sind sehr fest ausgeführt.

Die Bahn ist doppelt, die Schienen sind gewalzte Stabschienen, die aus England eingeführt worden, und die denen ähnlich sind, welche auf der Bahn von Preston nach Wiggan in England angewendet worden. (Sieh Fig. 21 und S. 104.) Das laufende Meter wiegt 19,7 Met. (41,37 Pfd.) Diese Schienen ruhen mittelst gußeisernen Stühle, auf Trägsteinen und diese liegen in Löchern auf zerschlagenen und festgestampften Steinen und von denselben gänzlich umgeben.

Auf den Dämmen hat man nur erst temporäre Vorrichtungen gemacht, um dem Schutt Zeit zu lassen, sich setzen zu können. Die Schienen sind daher auf Balken befestigt,

die auf Querbalken liegen. Dieſelbe Conſtruktion iſt auf die Rampen angewendet worden. Die Breite der Doppelbahn beträgt 7,62 Met. (24¼ Fuß.)

Der Transport geſchieht mittelſt Dampfwagen, mit einer mittlern Geſchwindigkeit von 16 Kilometern (2,1 Meilen) in der Stunde, wobei 3 Wagen mit einer Befrachtung von 9 Tonnen gezogen werden.

Die commerzielle Bewegung durch die Alleghanys-Kette in dieſer Richtung wird durch 53,619 Tonnen, die von Weſten, ſo wie durch 30,916 Tonnen, die von Oſten kommen, zuſammen durch 84,535 Tonnen, ausgedrückt. Die Transportmaße hat ſich von 1833 bis 1836 um ein Sechstel vermehrt.

Eiſenbahn von Philipsburg nach Juniata.

Dieſer zweite Verſuch, die Alleghanys-Kette mittelſt einer Eiſenbahn zu überſchreiten, hat den Zweck, mit Hülfe des Kanals von Pennſylvanien, die Produkte der reichen Steinkohlenbergwerke in der Grafſchaft Clearfield, weſtlich von den Alleghanys, den öſtlichen Ländertheilen zuzuführen. Die Bahn hat ein Tunnel von 490 Meter Länge und 6 verſchiedene Rampen. Die eine hat eine feſtſtehende Dampfmaſchine, eine andere iſt mit einem Waſſerrade verſehen und bei den vier übrigen ziehen die herabgehenden Wagen die abwärtsgehenden herauf. Die Neigung dieſer Rampen beträgt $\frac{1}{13}$ bis $\frac{1}{20}$; die des übrigen Theils von der Bahn im Maximum $\frac{1}{124}$ und im Mittel $\frac{1}{240}$. Die ganze Länge der Bahn beläuft ſich auf 11 Lieues.

Die Bahn iſt einfach mit Ausnahme der Rampen. Die Erdarbeiten ſind ſehr dauerhaft ausgeführt und nur an einigen Punkten hat man vorläufig hölzerne Gerüſte ſtatt der Dämme conſtruirt.

Die Unterlagen der Bahn beſtehen aus Holz. Zu dem

Ende liegen auf einer Unterlage von zerſchlagenen Steinen, längs der Bahn nur auf der untern Seite behauene Stämme von der weißen Eiche. Auf dieſelben ſind von $1^1/_2$ Meter zu $1^1{}_2$ Meter ($4^3/_4$ Fuß) Querbalken eingelaſſen, die 9 Zoll Stärke haben und auf dieſen ſind wiederum die 9 Zoll hohen und 5 Zoll breiten Balken eingelaſſen, auf denen die Schienen befeſtigt worden ſind. Dieſe ſind platt und beſtehen aus gewalzten Eiſen, 2 Zoll breit, $^1/_2$ Zoll ſtark und wiegen das Meter 5,15 Kilogr. ($10^1/_2$ Pfd.) Sie ſind in die Balken eingelaſſen, ſo daß ihre Oberflächen gleich ſind. Die Befeſtigung geſchieht durch Nägel.

Die Bahn ſoll mit Dampfwagen von 15 bis 20 Pferde-Kräften, ähnlich denen, welche auf der Eiſenbahn des Schuyll-kill im Betriebe ſind, befahren werden. Die Anlagekoſten ſind zu $^1/_2$ Millionen Fr. veranſchlagt worden, d. h. die Lieue zu 136,000 Fr., oder das laufende Meter zu 34 Fr.

Verbindung zwiſchen dem Delaware und dem Susquehanna.

Die zweite von Philadelphia ausgehende Eiſenbahnlinie, die ebenfalls eine im Allgemeinen weſtliche Richtung hat, beſteht aus mehreren einzelnen Unternehmungen, die hauptſächlich in der Abſicht begonnen worden ſind, der genannten Hauptſtadt die Produkte der reichen Steinkohlenlager zuzuführen, welche ſich jenſeits der blauen Gebirge befinden. Dennoch bilden dieſe verſchiedenen Bahnen eine zuſammenhängende Linie zwiſchen dem Delaware und dem nördlichen Zweige der Susquehanna, deren Kanalſchifffahrt ſich bis in den Staat von Neu-York und jenſeits der Alleghany-Gebirge erſtreckt.

Das Terrain, welches die Bahnlinie durchſchneidet, um zu den Steinkohlenbecken zu gelangen, die in den verſchiedenen Gebirgsketten liegen, welche die Alleghanys bildet, iſt ſehr uneben, indem der Unterſchied zwiſchen dem niedrigſten und dem höchſten Punkt ungefähr 200 Meter beträgt. Man

erkennt die verschiedenen Eisenbahn-Verzweigungen dieser Linie, am besten aus der folgenden Tabelle.

Bezeichnung der Bahnen.	Länge.	Abhänge. Maximum.	Abhänge. Mittel.	Rampen.	Veranschl. Kosten auf das Meter.	Wirkliche Kosten auf das Meter.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmesser.	Geschwindigkeit in der Stunde.	Gewicht der Schienen.
Von Philadelphia:	Meter.				Fr.	Fr.		Met.	Kilom.	Klgr.
nach Germantown	10,500	1/117	1/165	"	"	135	Ma-	200	13	18
" Norristown	35,368	1/176	"	"	80	"	schine	300	"	16,25
" Redding . .	65,061	1/290	"	"	"	77	"	300	24	19,42
" Post-Clinton	31,784	1/277	"	"	"	126	"	430	24	18
" Pottville . .	30,000	"	"	"	"	"	"	"	"	"
" Danville . .	66,000	"	"	5	"	83	"	"	"	16
Summa .	238,743									
Verzweigungen nach:										
Sunburry . . .	5,500	"	"	"	"	83	"	"	"	"
Catawissa . . .	3,000	"	"	"	"	83	"	"	"	16
Tuscarora . . .	24,000	"	"	"	"	20	"	"	"	"
Mount-Carbon .	11,660	"	"	"	"	66	"	"	"	"
Little-Schuylkill .	37,000	"	"	"	"	88	"	"	"	6
Summa der Verzweigungen . .	81,160	Alle diese Verzweigungen sind einfache Bahnen mit Ausnahme der von Little-Schuylkill, welche doppelt ist und alle haben sie hölzerne Unterlagen.								
Total-Summa .	319,903									

Staat von Maryland.

Eisenbahn von Baltimore nach dem Ohio.

Die ganze Länge derselben wird 499 Kilom. oder 125 Lieues (75 deutsche Meilen) betragen, wovon jedoch erst 132 Kilom. oder 33 Lieues (20 deutsche Meilen) vollendet sind. Der Uebergang über einen 247 Met. (787 rh. Fuß) hohen Berg hat 4 Rampen mit feststehenden Dampfmaschinen erforderlich gemacht, die eine Steigung von $^1/_{30}$ bis $^1/_{75}$ haben; die Steigungen der übrigen Theile der Bahn betragen im Maximum $^1/_{142}$, im Mittel $^1/_{264}$. Die Anlagekasten betragen auf das laufende Meter 141 Met., die Krümmungshalbmesser 120 Meter; die Geschwindigkeit, mit welcher sowohl mit Thier- als Dampfkraft auf der Bahn gefördert wird, beträgt 14 bis 25 Kilometer in einer Stunde die Schwere der Schienen auf 1 Meter Länge $5^3/_4$ bis 18 Kilom.

Die Resultate der verschiedenen Versuche, welche über die Anwendung des Dampfes als bewegende Kraft angestellt werden, geben uns sehr interessante Details, welche die sichere Ueberlegenheit der mechanischen über die Thierkraft beweisen. Die Herren Davis und Gartner, zwei ausgezeichnete Mechaniker zu Baltimore, haben einen Dampfwagen (l'Atlantique) erbauet, der versuchsweise zum regelmäßigen Transport auf einer Strecke von 64 Kilometern angewendet wurde und täglich 128 Kilom. machte. Als Brennmaterial wendete man Anthracit oder trockne Kohlen an, die nicht rauchen und die vortheilhaft mit Koaks von bituminösen Steinkohlen benutzt werden können. Diese Kohlen haben den Vorzug, wohlfeiler als andere zu seyn.

Der Ausgangspunkt zu Baltimore liegt außerhalb der Stadt und 19,80 Met. über dem Meeresspiegel; von diesem Punkte ab bis zum Fuß der ersten Rampe, östlich vom Parr-Spring, beträgt die ganze Erhebung 170,1 Met. oder 2,65 Met. auf das Kilomet; und das Maximum der Steigung, mit Ausnahme der auf einer geringen Entfernung vom Fuß der Rampe und deren größter Widerstand durch

die augenblickliche Impulsion überwunden werden muß, die durch die Wirkung der Bewegung selbst erlangt worden ist, beträgt $^1/_{141}$; der folgende Abhang $^1/_{212}$. Während aber der geringste Krümmungshalbmesser auf diesem ersten Abhange 300 Meter beträgt und der Widerstand daher 0,45 Kilogr. auf 1000 Kilogr. des Gewichts von dem Wagen und seiner Belastung nicht übersteigen darf, beträgt der Krümmungshalbmesser auf dem zweiten Abhange, an manchen Punkten nur 120 Met. und der Widerstand nach den letzten Versuchen im Durchschnitt 50% von der, auf einer geraden und ebenen Bahn erforderlichen Kraft und wenn diese letztere daher 4,5 Kilogr. auf 1000 Kilogr. beträgt, 2,25 Kilogr.

Nimmt man daher an, daß der mittlere Widerstand der Wagen auf den Schienen, wenn diese, in Folge der von den Hufen der Pferde darauf geworfenen Erdklämpfen, nicht ganz rein sind, durch 4,5 Kilogr. auf 1000 Kilogr. dargestellt werde, so wird der durch Reibung der Schwere und in den Krümmungen herrührende Widerstand, bei einer Steigung von $^1/_{141}$ ausgedrückt werden durch:

4,50 Kilogr. + 7,15 K. + 0,45 K. = 12,10 Kilogr., oder

die Reibung durch	= 4,50 Kil.	= 12,10 Kologr. auf 1000 Kilogr. der ganzen Ladung.
die Schwere durch $^{1000}/_{141}$	= 7,15 "	
Widerstand bei Krümmungen von 300 Met. Halbmesser	= 0,45 "	

Derselbe Widerstand auf der Strecke mit $^1/_{152}$ Steigung wird ausgedrückt durch:

Die Reibung durch	= 4,50 Kil.	= 13,40 Kilogr. auf 1000 Kilogr. der ganzen Ladung.
Die Schwere	= 6,65 "	
Widerstand bei Krümmungen von 120 Met. Halbmesser	= 2,25 "	

Dieses letztere Resultat ist gleich mit dem Widerstande, den eine gerade Bahn mit einer Steigung von $^1/_{113} = 0{,}00885$ Met. und dem Widerstande einer Bahn mit $^1/_{119}$ Steigung und einer Krümmung von 300 Met. Halbmesser hat.

Da nun der gebotte Widerstand in Folge der Steigungen und Krümmungen des Theiles von der Bahn zwischen Baltimore und der Rampe von Parr-Spring durch 13,40 Kilogr. ausgedrückt wird, so muß derselbe die Belastung bei dem Aufsteigen der Bahn, beschränken. Wir beschreiben nach diesen Daten den Nutzeffekt des Dampfwagens „l'Atlantique" auf einem ähnlichen Strich.

Diese Maschine wiegt nebst dem Wasser in ihrem Kessel und dem Brennmaterial in dem Ofen, 6500 Kilogr., von denen $^3/_5$, ohngefähr 3900 Tonnen oder 4 Tonnen, die Belastung auf den zu bewegenden Rädern bilden. Diese Räder haben 91 Centimeter (2 F. 11 Z.) Durchmesser und werden mittelst einer Kurbel bewegt, die an der Axe selbst befindlich ist und die mit der Kolbenstange durch eine Kurbelstange in Verbindung stehen.

Der Durchmesser der Kurbel beträgt 71 Centimeter, der der Kurbelstange 0,355 Met. Der ganze Kolbenhub beim Auf- und Niedergange, bringt daher zwei vollständige Umdrehungen der Räder hervor. Die beiden Cylinder haben eine senkrechte Stellung, jeder hat einen Durchmesser von 25 Centimeter und einen Hub von 50 Centimeter. Sie sind durch eine Querstange verbunden, die mittelst einer senkrechten Stange ihre Bewegung zweien Kurbelstangen mittheilt, die rechtwinklich auf der Mitte der Axe stehen. Auf diese Weise wird die Bewegung den Rädern sehr gleichförmig mitgetheilt. Die Siederöhren sind senkrecht.

Die Nutzkraft solcher Maschinen wird durch das Adhäsionsgewicht der zu bewegenden Räder und durch die Quantität der Dämpfe beschränkt, die in einer gegebenen Zeit erzeugt und verbraucht werden. In England wird die Adhäsionskraft der Räder einer zu $^1/_{15}$ des Gewichts bestimmt, welches die Schienen mittelst derselben zu tragen haben, wenn jene die geringsten Vortheile für diese Adhärenz haben, welches bei dem Klima dieses Landes im Allgemeinen auf dem kalkigen und mergeligen Terrain der Fall ist. Trocknes oder sehr regnigtes Wetter, sind gleich vortheilhaft für die

Adhäsion; feuchtes und nebliges Wetter ist im Gegentheil ungünstig.

In den vereinigten Staaten, wo die Luft gewöhnlich trockner und der Regen in der Regenzeit weit häufiger ist, und wo das von den Eisenbahnen durchschnittene Terrain, an den Ufern des atlantischen Meeres, im Allgemeinen aus Alluvium besteht und daher sandig ist, ist der deshalb häufige Staub, weniger geeignet, die Schienen so glatt zu machen, als sie in England sind. Man hat daher die Adhäsionskraft in der ungünstigsten Jahreszeit, d. h. im Winter zu $^1/_{12}$ annehmen zu können geglaubt. Zu allen übrigen Jahreszeiten wird die Adhäsion wahrscheinlich weit größer seyn und vielleicht nie geringer als $^1/_8$. In den Fällen, daß die Schienen in dem schlechtesten Zustande befindlich sind, kann die nutzbare Adhäsionskraft auf $^1/_3$ und in den gewöhnlichen Fällen auf ein $^1/_2$ von der bekannten Reibung des Eisens auf Eisen angenommen werden.

Nach diesen Prinzipien würde die geringste Adhäsion ausgedrückt werden durch 333 Kilogr. $=$ $^1/_{12}$ von 4000 Kil. und die gewöhnliche Adhäsion durch 500 Kilogr. $=$ $^1/_8$ von 4000 Kilogr., indem 4000 Kilogr. das Gewicht auf den zu bewegenden Rädern darstellen.

Die Gränze des Nutzeffekts von diesem Dampfwagen würde daher, wenigstens was die Adhäsion der Räder anbetrifft, für die beiden erwähnten Zustände der Schienen seyn:

$\frac{333}{6{,}75}$ Kil. $=$ 74 Tonnen und $\frac{500}{4{,}50}$ Kil. $=$ 111 Tonnen

mit Inbegriff des Gewichts der Wagen, oder an Fracht allein, respektive 49 und 75 Tonnen, bei einer ganz ebenen und geraden Bahn.

Auf einer ebenen Bahn jedoch mit Krümmungen von 120 Met. Halbmesser, würde dieselbe ganze Belastung für die beiden obigen Fälle werden:

$\frac{333}{6{,}75}$ Kil. $=$ 49½ Tonn. und $\frac{500}{6{,}75}$ Kil. $=$ 74 Tonn.

Und für die Fracht 31½ Tonn. 49 Tonn.

In dem Fall der oben angegeben Abhänge hat man:

$\frac{333}{12,10}$ Kil. = 27½ Tonn. und $\frac{500}{12,10}$ Kil. = 41½ Tonn.

Und für die Fracht 12½ Tonn. „ . . . . . 20 Tonnen.

Die geringste Belastung ist gleich dem Transport von 100 Reisenden auf 6 Wagen, die zweite dem von 175 Reisenden auf 10 Wagen.

Was nun die Kraft der Maschine und ihre Fähigkeit zur Dämpferzeugung betrifft, so müssen wir bemerken, daß die Dämpfe, deren man sich bei derselben bedient, einen Druck auf die Wände des Kessels ausüben, der gleich 22,5 Kilogr. auf 0,0006 Quadratmeter, oder gleich 3,4 Atmosphären ist. Nimmt man an, daß der Druck auf dem Kolben 18 Kiligr. oder 3 Atmosphären auf eine Oberfläche von 0,0006 Quadratmeter und daß ihre gesammte Oberfläche = 0,0942 Quadratmeter betrage, so wird der gesammte Druck 2,826 Kilogr. seyn. In England rechnet man, daß 30% von diesem Druck wirksam seyen; giebt man aber wegen des, bei dieser Maschine angenommenen Räderwerks nur 25% zu, so erhält man noch immer 706,5 Kil. Nutzeffekt. Nimmt man nun an, daß die Reibung der Maschine gleich 56,25 Kilogr. sey, und daß bei einer vollständigen Belastung diese Zahlen auf 202,5 Kilogr. erhöhet werden müssen und daß man auch, zur Ueberwindung der Trägheit den Werth der, weiter oben für den gewöhnlichen Fall gefundenen Adhäsion mit 500 Kilogr. in Anschlag bringen müsse, so erhält man als Summa 702,5 Kil. und dasselbe wie bei der weiter oben angeführten wirklichen Kraft des Drucks auf die Kolben. Man kann daraus folgern, daß die Kraft der Dämpfe unter einem Druck von 3 Atmosphären (18 Kilogr.) stets gleich einer durch ⅛ und oft selbst durch mehr ausgedrückter Adhäsion sey.

Da die Geschwindigkeit von der Menge der Dämpfe abhängt, welche die Cylinder verbrauchen, der Ofen und die Siederöhren aber erzeugen und liefern können, so untersuchen wir die Locomotive l'Atlantique, in dieser Beziehung.

Bei einer Geschwindigkeit von 24 Kilometern (6 franz.,

3,6 deutſchen Meilen) in der Stunde, müſſen die Bewegungsräder, welche 91 Centimet. im Durchmeſſer haben, 140 Umdrehungen in einer Minute machen, von denen jede den Inhalt zweier Cylinder an Dämpfen verbraucht. Die Oberfläche der beiden Cylinder beträgt 0,0942 Quadratmeter, die Länge des Kolbenhubes 51 Centimeter, das Volum der Dämpfe iſt daher gleich 0,048 Kubikmeter, die 140 Mal genommen, den Dämpfeverbrauch in einer Minute, bei einer Geſchwindigkeit von 24 Kilometern in der Stunde, = 6,720 Kubikmeter angeben.

Wir haben ſchon zugegeben, daß der Druck auf die Kolben 18 Kilogr. auf eine Oberfläche von 0,0006 Quadratmeter betragen. Bringt man nun, um alle Verluſte zu decken, dieſen Druck auf 22,5 Kilogr., ſo findet man, daß um 6,720 Kubikmeter von einer gleichen Dichtigkeit in der Minute zu erhalten 18,16 Liter Waſſer in derſelben Zeit, oder 1089,6 Liter in der Stunde verdampft werden müſſen. Die dampferzeugende Kraft dieſer Maſchine, iſt mehr als hinreichend, ein ſolches Reſultat zu geben, denn ſie könnte bis 1362 Liter Waſſer in der Stunde verdampfen; oder da die Kraft einer Maſchine proportional ihrem Dampf-Erzeugungs-Vermögen iſt, ſo könnte die hier erwähnte Locomotive mit einer Geſchwindigkeit von 28 Kilomet. in der Stunde, mit einer vollſtändigen Belaſtung und unter einem Druck von 18 Kilogr. auf 0,0006 Quadratmeter gehen. Bei einer geringen Belaſtung könnte die Geſchwindigkeit ſogar 28 Kilom. (7 Lieues, 4,2 d. Meilen) in der Stunde überſteigen.

Wir müſſen noch bemerken, daß, obgleich die obigen Berechnungen auf die Anwendung von Dämpfen von gleichförmiger Dichtigkeit in den Cylindern, auf dem ganzen Wege des Kolbens, beruhen, die Maſchine dennoch ſo eingerichtet iſt, daß ſie Dämpfe entweichen läßt, wenn der Kolben erſt ein Drittel ſeines Laufes vollendet hat.

Zu der Zeit als die Verſuche mit dem Dampfwagen angeſtellt warden, waren die Steinkohlen noch ſehr theuer, ſo daß die täglichen Betriebskoſten auf 84 Fr. 79 C. zu ſtehen

kamen. Da aber der Dampfwagen eben ſo viel leiſtet als 42 Pferde mit 12 Kutſchern, wobei ſich die Transportkoſten auf 174 Fr. 90 C. belaufen, ſo findet bei der Anwendung des Dampfwagens immer noch eine Erſparung von 90 Fr. 11 C. täglich, oder 32,890 Fr. jährlich ſtatt.

Eine Maſchine von der Kraft des Atlantique könnte daher täglich mit einer vollſtändigen Beladung von 75 Tonnen, bei dem gewöhnlichen Zuſtande der Schienen, auf einem ebenen und geraden Wege 128 Kilometer täglich machen, welches gleich dem Transport von 9600 Tonnen 1 Kilometer lang, zu einer Fracht von 0,0083 Fr. die Tonne, bei ebener Bahn iſt. Bei Krümmungen von 120 Met. Halbmeſſer, würde ſich ſein Nutzeffekt auf 49 Tonnen × 128 Kilom., gleich dem Transport von 6272 Tonnen auf 1 Kilom., bei einer Fracht von 0,0135 Fr. auf die Tonne und das Kilometer reduciren.

Auf einer Bahn mit Steigungen und Krümmungen aber, wie bei der von Baltimore bis zum Parr Spring, wird der Nutzeffect gleich 20 Tonneu × 128 Kilom., gleich dem Transport von 2560 Tonnen auf 1 Kilom., bei einer Fracht von 0,0331 Fr. auf die Tonne und das Kilometer.

Es folgt daraus ein poſſitiver Vortheil bei der Anwendung der mechaniſchen gegen die der Thierkraft, als Transportmittel für Kaufmannsgüter; ein Vortheil, der auf folgende Betrachtungen gegründet iſt; nämlich: 1) Daß die Betriebskoſten für Dampfwagen minder bedeutend ſind, als die correſpondirenden für die Anzahl der Pferde, welche nothwendig ſind, um daſſelbe Reſultat zu erlangen; 2) daß alle Unterhaltungskoſten des für die Pferde erforderlichen Weges wegfallen; 3) daß eine Vermehrung des Nutzeffects der Schienen ſtatt findet, indem dieſelben weniger ausgeſetzt ſind, durch Schlamm, Sand ꝛc. verdorben zu werden, welche die Füße der Pferde erheben, Reſultate, die man wenigſtens auf 25% ſchätzt; endlich 4) daß eine kleine Anzahl von Transportwägen, denſelben Transport mit einer doppelten Geſchwindigkeit bewerkſtelligen kann. Beim Perſonentrans-

port sind diese Vortheile noch größer, da man gefunden hat, daß die Nutzkraft der Pferde sich in dem Verhältniß vermindert, daß man sich einer Geschwindigkeit von 16 Kilom. in der Stunde nähert, eine Gränze, an der sie gänzlich aufhört. Die Nutzkraft der Pferde ist am vortheilhaftesten, wenn sie nur mit einer Geschwindigkeit von 4½ bis 5 Kilom. laufen.

Seit der Erbauung des Atlantique sind bei den Maschinen neuere Vervollkommnungen angebracht, wodurch die Ursachen der Reibung und damit die Ausgaben bedeutend vermindert worden sind und die Räder eine größere Stabilität erlangt haben. Einige von diesen Rädern haben schon 9000 Lieues durchlaufen, ohne irgend eine Reparatur nöthig gehabt zu haben. Ein so günstiges Resultat ist hauptsächlich durch einen Schmiedeeisernen Reif erreicht, der um die Mitte der gußeisernen Felgen gelegt worden ist und wodurch man im Stande gewesen ist, diesem wesentlichen Theile der Räder eine große Härte zu geben.

Man verbrennt bei diesen leztern Maschinen nur Anthracit, ein sehr vortheilhafter Umstand, weil dabei die Reisenden weder von dem Rauch noch von der glühenden Asche belästigt werden, welche der Luftzug gewöhnlich gegen die Wagen treibt.

Folgendes ist die Beschreibung der Locomotive „l'Arabe" die nach diesen neuesten Verbesserungen eingerichtet ist.

Sie ist mit einem Kessel versehen, der dem oben beim „Atlantique" beschriebenen ähnlich ist. Er hat mit 1 Met. 32 Centim. im Durchmesser, ist 1 Met. 61 Centim. hoch. Der Durchmessers des Ofens beträgt 1 Met. 23 Centimet., die Höhe desselben 56 Centim. Es sind 400 Siederöhren vorhanden, deren Durchmesser am untern Ende 3 Cent. und am obern Ende 2½ Cent. beträgt. Sie sind 79 Centimeter lang, von denen 15 bis 17 Centim. über die Oberfläche des Wassers in dem Kessel vorspringen. Der obere Theil des Kessels ist um 27 Centimeter auf einem gewissen Theile der Oberfläche gedrückt und nimmt die Enden der Röhren auf, gewissermaßen im Innern des Condensators ein cylindrisches

Reſervoir von heißer Luft bildend, welches ſich von den Röhren bis zu dem Gipfel des Keſſels ausdehnt und unmittelbar mit dem Rauchfang in Verbindung ſteht, welcher zu dem Ende unten etwas erweitert und mit den cylindriſchen Wänden des heißen Luft-Behälters verbunden iſt. Die Kaminröhre kann nach Belieben weggenommen werden, ſo daß man alsdann die Siederöhren ſehen kann, die nach Erfordern ausgewechſelt werden können.

Die Condenſatoren haben 30 Centim. Durchmeſſer und 58 Centim. Kolbenſpiel. Die Bewegung wird den Kurbelſtangen eines jeden Rades unmittelbar mitgetheilt. Die Federn ſind unter dem Gerüſt angebracht, auf welchem der Wagen ruht, und die Wirkung der Dämpfe kann nach Belieben, an beiden Räderpaaren zugleich in der Richtung geändert werden. Die Aufhängungspunkte, an denen die Reibung wirkt, haben ebenfalls mehrere Vervollkommnungen erhalten.

Die Mittel zur Fortleitung der Dämpfe ſind ebenfalls verändert worden; ſie geſchieht durch die Leitcylinder, indem ſie zuvörderſt im Innern des Keſſels niedergehen und mit den Cylindern ſelbſt in Berührung kommt, ſo daß ſie mit dem möglichſt geringſten Verluſt durch die Condenſation hierin gelangt. Die Dämpfe, welche bei dem Uebergange von den Cylindern zum Ventilator oder Gebläſe verloren gehen, werden zwiſchen einer kreisförmigen, den Keſſel umgebenden Leitung, welche die Speiſeröhre für die Waſſerpumpen enthält, geleitet. Hierdurch gelangt das Waſſer mit einer ſchon hohen Temperatur in den Keſſel. Die Wirkung des Gebläſes ſteht unter Aufſicht des Maſchiniſten, welcher dieſelbe nach Belieben verſtärken oder vermindern kann.

Die der glühenden Einwirkung des Feuers ausgeſetzte Oberfläche, beträgt ohngefähr 2,74 Quadratmeter und die ganze Oberfläche der Röhren, welche mit der heißen Luft in Berührung ſteht und in denen ſie fort geleitet wird, 27,40 Quadratmeter, die ganze der Einwirkung des Feuers unterworfene Oberfläche, daher 30,14 Quadratmeter. Mit einem ſolchen Syſtem von Siedröhren und Oefen können die Dämpfe

mit einer hinlänglichen Schnelligkeit und in hinreichender Menge erzeugt werden, um die Cylinder, so groß wie sie sind, und mit einem Kolbenspiel von 8,55 Met., unter einem Druck von 22,5 Kilogr. oder 3½ Atmosphären auf 0,0006 Quadratmetern Oberfläche und zu jeder Geschwindigkeit auf Eisenbahnen fähig, zu speisen. Dieß ist das Resultat des Versuches, dem diese Maschine mit einer Geschwindigkeit von 19 Kilometern (2½ preuß. Postmeilen) in der Stunde, unterworfen worden ist. Auf einem ganz ebenen Theil der Bahn, war sie im Stande einen Zug zu bewegen, dessen ganzes Gewicht, mit Einschluß der Wagen, der Maschine und des Munitionswagens 112⅜ Tonnen betrug. Mit diesem Zuge, jedoch mit einer verminderten Geschwindigkeit, konnte sich die Maschine auf solchen Theilen der Bahn bewegen, die Steigungen von mehr als 3 Millimet. auf 1 Meter (0,4 Linien auf 1 Fuß) und Krümmungshalbmesser von 300 Metern haben.

Die Locomotive l'Arabe wiegt, nebst dem erforderlichen Brennmaterial und Wasser, 7½ Tonnen, von denen 3 Tonnen 856 Kilogr. auf den vordern und 3 Tonnen 644 auf den hindern Rädern ruhen. Diese Vertheilung des Gewichts ist vortheilhaft und verhindert bis zu einem gewissen Punkt die Ursachen der Zerstörung der Bahn, welche ihren Grund in einer ungleichen Vertheilung der Last auf den Rädern haben und verleiht der Maschine eine bedeutendere Adhäsionskraft, so daß sie ihre ganze Zugkraft benutzen kann. Diese Maschine Abhänge von $^1/_{30}$ hinangegangen.

Die Versuche auf der Ohio-Eisenbahn haben bewiesen, daß es nicht vortheilhaft sey mehr als 2 Tonnen unmittelbar auf jedem zu bewegenden Rade ruhen zu lassen, der Grad der Vervollkommnung den man bei der Konstruktion der Räder, oder der Schienen zu erreichen im Stande ist, sey welcher er wolle. Hat man aber bei dem einen oder dem andern dieser wesentlichen Theile der Eisenbahnen nicht erreicht, so dürfte das Gewicht, wenn es möglich ist, 1½ Tonnen nicht übersteigen.

Was nun die Konstruktion der Personen-Transportwagen betrifft, so hat man bei denselben auch einige Verbesserungen angebracht, die darin bestehen, daß man sie auf 8 Räder stellt. Es erfolgt daraus eine sanftere Bewegung für die Reisenden und eine Erleichterung für die Schienen, weil die Belastung weit gleicher vertheilt ist. Endlich können die Personenwagen wohlfeiler hergestellt werden, als die vierrädrigen und haben auch geringere Reparaturkosten. Durch die Anwendung von 4 Räderpaaren können dieselben einander so nahe gebracht werden, als es nur geht, daß sie sich gegenseitig nicht hindern; auch können sie auf diese Weise die Krümmungen leichter durchlaufen. Die Wagen haben mehrere Abtheilungen und es können in denselben 8 bis 12 Personen bleiben.

Die angewendeten Räder haben 76 Centimeter (2 Fuß 5 Zoll) Durchmesser und 12 Speichen. Der um die Felgen gelegte Ring besteht aus 12 Millimeter (5¼ Linien) starken Drathe; er ist ohngefähr 12 Millim. von dem äußeren Rande entfernt, eingelassen.

Die Räder für die Transportwagen wiegen 100 Kilogr. und die für die Personenwagen 117 Kilogr.

Ehe wir aber nun zu der Betrachtung der Eisenbahnen im Staate von Süd-Carolina übergehen, theilen wir hier erst zuvörderst einen Bericht an den Stadtrath zu Baltimore über eine andere neue verbesserte Locomotive auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn mit. Der Bericht ist am 24. März 1836 datirt, und wir entlehnen denselben aus Nr. 29. des „Eisenbahn-Journals" von Fr. List für 1836.

Ihr Commité verließ Baltimore, begleitet von einem Commité des Direktoriums der Baltimore- und Ohio-Eisenbahn und der Handelskammer; im Ganzen bestand die

Gesellschaft aus 42 Personen, und der Zug außer der Dampfmaschine und dem Munitionswagen, aus einem achträdrigen 44 Personen fassenden Passagierwagen und drei vierrädrigen, jeder 17, also zusammen 51 Personen fassenden. Zum Behuf der anzustellenden Probe, hatte der Ingenieur die Weisung erhalten, an der 42 englische Meilen von Baltimore entfernten schiefen Fläche Nro. 1 den großen Passagierwagen auszuspannen und mit den übrigen drei, mit 50 Personen belastet, die Steigung hinaufzufahren. Aber im Vertrauen auf die Kraft jener Maschine befuhr der Ingenieur diese schiefe Fläche mit demselben Wagenzuge ohne anzuhalten. Die auf der Ebene gewonnene Kraft ward in den ersten 300 Fuß der Steigung erschöpft, und von da an ging die Maschine mit einer Schnelligkeit von 4 bis 5 Meilen (1 deutsche Meile) pr. Stunde, vermehrte jedoch dieselben im Ansteigen. Die schiefe Fläche Nro. 1 ist 2150 Fuß lang, und steigt in 2050 Fuß 197 Fuß pr. Meile und in den übrigen 100 Fuß 201 Fuß pr. Meile. Von der ersten zur zweiten schiefen Fläche fuhr der Zug mit der gewöhnlichen Schnelligkeit. Letztere ist 3000 Fuß lang und steigt auf den ersten 2800 F. 170 Fuß pr. Meile, auf den folgenden 100 Fuß 227 Fuß pr. Meile und auf den letzten 100 Fuß 264 Fuß pr. Meile. Diese Steigung ward von der Maschine mit einer Schnelligkeit von 5 bis 6 Meilen überwunden, aber 30 Fuß von dem höchsten Punkte stand sie stille. Die drei kleinen leeren Wagen mit einem Gewichte von 5 Tonnen 1 Zentner wurden nun abgespannt, worauf die Maschine mit dem übrigen Gewichte, ohne irgend eine Beihülfe mit der größten Leichtigkeit die schiefe Fläche vollends erstieg. Der Dampf entwich auf dem höchsten Punkte in eben so großer Masse aus dem Sicherheits-Ventile, wie am Fuße der schiefen Fläche. Nach urkundlich angestellter Abwägung war das Gewicht der einzelnen Bestandtheile des Wagenzuges folgendes:

Der Maſchine	8	Tonnen	10	Zentner
Des Tenders	4	„	7	„
			12 T.	17 Ztr.
Des achträdrigen Wagens	4	„	17	„
Der 45 Paſſagiere . .	3	„	1	„
			7 T.	18 Ztr.
			20 T.	15 Ztr.
Der drei kleinen Wagen . . .			5 T.	— Ztr.
			=25 T.	18 Ztr.

Demnach zog die Maſchine auf den bis 227 Fuß betragenden Steigungen der ſchiefen Flächen ein Brutto-Gewicht von 25¾ Tonnen und auf der 264 Fuß betragenden letztern Steigung ein Brutto-Gewicht von 20¾ Tonnen, ohne alle Beihülfe der durch den ſchnellern Lauf auf der Ebene gewonnenen Kraft. Auf dem höchſten Punkte würden zwei mit Rohreiſen beladene Wagen mit einem Geſammtgewichte von 8 Tonnen hinzugeſpannt, ſo daß das ganze Gewicht des Wagenzuges 33¾ Tonnen betrug, womit die Maſchine auf dem Rückwege nach Baltimore die vorgenannten ſchiefen Flächen nicht nur ohne Anwendung von Bremſen und Aufhaltern in beliebiger Schnelle herabfuhr, ſondern auch um ihre Kraft zu zeigen und darzuthun, wie ſehr man ſie in der Gewalt habe, wiederholt mitten auf den ſchiefen Flächen angehalten wurde.

Es iſt faſt überflüſſig zu bemerken, daß ihr Comité über dieſe Reſultate erſtaunt iſt, und daß es nach dieſen Erfahrungen die Ueberzeugung hegt, die Maſchinen der Baltimore- und Ohio-Eiſenbahn ſeyen im Stande, Steigungen von 200 bis 250 Fuß in der Meile (1 in 23¾ bis 26) mit 50 Paſſagiern mit Leichtigkeit zu befahren.

Hieraus erhellt, daß die Leiſtungen dieſer Maſchinen die der beſten engliſchen weit übertreffen, und daß es der Balti-

more = und Ohio = Eiſenbahn = Compagnie vorbehalten war, Maſchinen herzuſtellen, die mit einer bis jetzt nicht gekannten Rieſenkraft die wichtigen Eigenſchaften der Schnelligkeit, Dauer, Leichtigkeit der Reparaturen und der Anwendung der Anthracit = Kohle als Brennmaterial verbinden. Ihr Commité freut ſich, bei dieſer Gelegenheit die wichtigen Dienſte anzuerkennen, welche die Baltimore = und Ohio = Eiſenbahn = Compagnie dem Syſteme der Eiſenbahnen überhaupt und insbeſondere dem der Stadt Baltimore geleiſtet hat. Die Meinung, daß die Alleghaniſchen Gebirge auf der Potomak-Route ohne ſtehende Maſchinen überſtiegen werden können, iſt jetzt die allgemein herrſchende, und Ihr Comité theilt dieſelben vollkommen. Ungeachtet aus England einige der beſten Maſchinen, die je dort gebaut, von den vereinigten Staaten importirt wurden, exiſtirt vielleicht, mit Ausnahme der von der Baltimore = und Ohio = Compagnie erbauten, nicht eine einzige in dem ganzen Umfange der Union, welche fähig wäre, die auf dieſer bergigen Route vorkommenden Krümmungen und Steigungen mit Vortheil zu paſſiren. Die Natur hat viel für den Verkehr von Baltimore gethan, aber die Baltimore = und Ohio = Eiſenbahn = Compagnie iſt nicht hinter ihr zurückgeblieben.

Ihr Comité fühlt ſich um ſo mehr verpflichtet, dieſe Verdienſte öffentlich anzuerkennen, als es dadurch Gelegenheit erhält, den amerikaniſchen Mechanikern, die ihre Fähigkeiten und Geſchicklichkeiten bei dem Baue der befraglichen Maſchinen auf ſo glänzende Weiſe erprobt und gezeigt haben, daß in dieſem wie in jedem andern Fache menſchlicher Induſtrie ihr Erfindungsgeiſt des höchſten Aufſchwunges fähig iſt, Gerechtigkeit widerfahren zu laſſen. Nur erſt wenige Jahre ſind verfloſſen, ſeitdem die öffentliche Meinung an die Baltimore- und Ohio = Eiſenbahn = Compagnie das Anſinnen geſtellt hat, dem Beiſpiele ihrer Nachbarn zufolge, ihre Maſchinen zu importiren; damals ward ihre beharrliche Weigerung, obgleich aufs Beſte begründet, als Thorheit und Eigenſinn verſchrien. Der Erfolg hat ſie nun vollkommen gerechtfertigt und dar-

gethan, wie sehr ihre Hoffnung, die Geschicklichkeit der Mechaniker dieses Landes werde bessere und zur Befahrung der Baltimore = und Ohio = Eisenbahn geeignetere Maschinen, als die englischen produciren, begründet gewesen ist.

Die Leistungen der Locomotive beruhen auf drei Dingen: 1) auf dem Gewichte, welche ihr die erforderliche Adhäsionskraft an die Schienen giebt; 2) auf der Fähigkeit der Cylinder, diese Adhäsioskraft in ihrer höchstmöglichen Ausdehnung zu benutzen; 3) auf der Fähigkeit des Dampferzeugers, die Cylinder mit einer ihrer Capacität entsprechenden Menge Dampf zu versehen. Wo die Dampfkraft nur auf ein paar Räder wirkt, da wird vorausgesetzt, das ganze Gewicht ruhe gleichmäßig auf allen vier Rädern nur die halbe Adhäsion benutzt. Die englischen Dampfmaschinen treiben nur ein paar, die der Baltimore = und Ohio = Bahn beide Paare; bei gleichem Gewichte und hinreichender Erzeugung von Dampf muß daher die letztere noch einmal so viel leisten, als die erstere.

Je größer nach Maß und Durchmesser der Cylinder, desto größer die Kraft, vorausgesetzt, daß es an dem erforderlichen Dampf nicht fehlt, nun halten aber die Cylinder der Baltimore = Maschinen 12½ Zoll Durchmesser und 22 Zoll Stoß, die englischen dagegen selten mehr, als 10 oder 11 Zoll Durchmesser und 17 bis 18 Zoll Stoß; die ersteren sind folglich bei Weitem die wirksamern, wovon man sich durch die tägliche Erfahrung überzeugen kann. Endlich die Dampferzeuger betreffend, so beträgt die Zahl der Röhren in den Baltimore = Maschinen vierhundert, während die englischen selten mehr, als 120 enthalten; es wird also bei gleich starkem Feuer in diesem Verhältniß durch die ersteren mehr Dampf producirt, und zu dem gewinnen die Dampferzeuger an Dauerhaftigkeit in außerordentlicher Weise. Nach neunmonatlichem unaufhörlichem Gebrauche sind die Baltimore = Dampfwagen noch so vollkommen, wie am ersten Tage, während man an den englischen unaufhörlich zu repariren hat.

Ihr Comité führt diese Thatsachen, die Jedermann verständlich seyn müssen, in der Absicht an, um darzuthun

daß die größeren Leiſtungen der Baltimore-Maſchine, im Vergleich mit den engliſchen, nicht blos zufällige oder eingebildete, ſondern in wirklich verbeſſerter Anwendung der mechaniſchen Principien begründete ſind.

Die Maſchinen werden von den Herren Gillingham und Winans in der Fabrik der Compagnie verfertigt. Beide Herren waren viele Jahre in den Dienſten der Compagnie, bevor ſie Contractors wurden. Ihnen und dem verſtorbenen Phinehas Davis, dem früheren Contractor, hat man die erwähnten Vervollkommnungen der Baltimore-Maſchinen zu verdanken. Ihr Etabliſſement iſt ein ſehr bedeutendes, es beſchäftigt fortwährend 100 Arbeiter und iſt an und für ſich ſelbſt durch die Arbeit die es veranlaßt, und das Gold, welches dadurch in Circulation geſetzt wird, ein dem Lande ungemein nützliches.

Die Compagnie hat ein Verkaufsrecht auf die Fabrikate dieſer Anſtalt und bezahlt 5000 Dollars für die Maſchine. Die Reparationen werden nach Verhältniß des dadurch verurſachten Zeitaufwandes bezahlt. Die Koſten der Fabrik werden von den Contractors beſtritten, die auch für andere Leute arbeiten, in ſo weit ihre Dienſte nicht von der Compagnie in Anſpruch genommen werden. Die urſprüngliche Anlage des Etabliſſements hat der Compagnie 10,000 Dollars gekoſtet, ein Aufwand, der ihr längſt durch den geringeren Preis der Maſchinen, die bereits bewirkten Verbeſſerungen und durch die aus der Nähe der Anſtalt erwachſende Bequemlichkeit und Förderung der Arbeit erſetzt worden iſt.

In dem letzten Jahresberichte der Baltimore- und Ohio-Eiſenbahn-Compagnie iſt der außerordentlichen Leiſtungen der Baltimore-Maſchinen bereits häufige Erwähnung geſchehen, und man hätte denken ſollen, dieſe Berichte würden allen Glauben verdienen. Dennoch ſind, namentlich in Beziehung auf die Ueberſteigung des Paar-Bergrückens, der Ungläubigen nicht wenige geweſen, was hauptſächlich daher rühren mochte, daß jene Angaben alle bisherigen Erfahrungen über-

trafen, oder mit andern Worten, daß ſie, wie die Phraſe geht, „zu gut waren um wahr zu ſeyn.“

Ihr Committé hat ſich nun von dieſen Leiſtungen durch den Augenſchein überzeugt, und ſie freut ſich in dieſer Beziehung zu Gunſten von Erfolgen, die unſerm Vaterlande und den Beförderern vaterländiſcher Talente ſo ſehr zum Ruhme gereichen, öffentliches Zeugniß ablegen zu können.

Man könnte das hier Geſagte für übertrieben halten, da dieſe Reſultate alles weit übertreffen, was bis jetzt rückſichtlich der Grenze der Wirkung eines Dampfwagens bei Anſteigen des Terrains allgemein angenommen wurde; allein aus einem ſpäter eingelaufenen, und in öffentlichen Blättern mitgetheilten Schreiben des ſächſiſchen Conſuls Brauns zu Baltimore geht hervor, daß das in dem Bericht Geſagte auf der ſtrengſten Wahrheit beruht, daß von den neuen Locomotiven wirklich Steigungen von 1 auf 25 (bisher hielt man 1 auf 96 für die Grenze) mit Leichtigkeit, obſchon natürlich mit verminderter Geſchwindigkeit, überwunden werden.

Staat von Süd-Carolina.

Das Bedürfniß einer Verbindung mit dem Weſten, wurde von den Bewohnern der ſüdlichen Staaten eben ſo ſehr gefühlt, wie von denen der nördlichen und es entſtanden daher die folgenden Eiſenbahnlinien:

Einfache Eiſenbahn von Charleston nach Auguſta.

Dieſe Bahnlinie hat im Allgemeinen eine Richtung von Oſten nach Weſten und durchſchneidet ein ſumpfiges, von vielen großen Flüſſen durchſtrömtes Terrain. Man hat ſich daher genöthigt geſehen, eine eigenthümliche Konſtruktion anzunehmen, die in einer Art von fortlaufender Brücke beſteht, die ohngefähr 1,82 Meter ($5^3/_4$ Fuß) über der Erdoberfläche liegt. Dieſe Konſtruktion iſt um ſo vortheilhafter

befunden worden, da die Gegend einen Ueberfluß an vortrefflichem Bauholz hat; sie ist auch um so wohlfeiler, da die Eisenbahn sogleich nach ihrer Vollendung benutzt werden konnte, welches nicht der Fall gewesen seyn würde, wenn man Aufschüttungen von Dämmen angewendet hätte, die sich nothwendig erst setzen mußten. Die nothwenigen Aufschüttungen, werden erst nach und nach ausgeführt werden, wobei man sich der Eisenbahn selbst zu dem Transport der Berge bedient. Auf diese Weise werden alle Dämme die erforderliche Festigkeit erlangt haben, sobald eine Auswechselung der hölzernen Gerüste erforderlich seyn wird.

Die Ströme werden auf hölzernen Brücken überschritten, die in der Mitte Oeffnungen zum Durchlassen der Fahrzeuge haben. Im westlichen Theile der Bahn mußte eine Höhe von 110 Met. durch eine geneigte Ebene von $^1/_{13}$ überstiegen werden; auf den übrigen nicht horizontalen Theilen der Bahn, beträgt das Maximum der Steigung $^1/_{130}$ und das Mittel $^1/_{200}$. — Nur auf der geneigten Ebene und in den 16 Ausweichungen ist die Bahn doppelt.

Die ganze Länge der Bahn beträgt $54^1/_2$ Lieue (32,7 deutsche Meilen); die Breite mit Einschluß der Gräben 4,88 Met. ($15^1/_3$ Fuß), die der Bahn nur 2,74 Met. (8 Fuß $8^3/_4$ Zoll). Krümmungen hat die Bahn wenige.

Auf dem Scheitelpunkt der Rampe stehen zwei Dampfmaschinen, von denen eine jede eine Kraft von 25 Pferden hat. Beide wirken auf eine Kurbel und können eine Totallast von ohngefähr 36 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 66,6 Met. in der Minute (4 Lieues in der Stunde) aufwärts bewegen.

Der Mechanismus, wodurch der Aufzug bewirkt wird, ist sehr vereinfacht, so daß der letztere sehr regelmäßig erfolgt. Das Seil wickelt sich um eine, mit einer Spur versehenen Scheibe, welche an einer senkrechten Welle sitzt und deren eines Ende mit einem Zahnrade versehen ist. Zwei senkrecht aufeinander stehende Cylinder theilen ihm die Bewegung mit,

die auf dieſe Weiſe ſich ausgleicht und ein Schwungrad u
nöthig macht.

Der Keſſel beſteht aus zwei verſchiedenen Abtheilung
welche durch einen Sperrhahn mit einander in Verbindu
ſtehen, ſo daß jeder Theil unabhängig von dem andern
nutzt und der eine reparirt werden kann, während der and
im Betriebe iſt.

Die Cylinder und die Dampfleitungen ſind ebenfalls m
Sperrventilen verſehen, die denſelben Zweck haben, ſo d
dieſe Maſchine gewiſſermaßen doppelt iſt. Eben ſo hat m
auch ſtets einen Vorrath von ſolchen Maſchinentheilen, d
einer augenblicklichen Auswechſelung bedürfen, ſo daß m
gegen jede Unternehmung beim Betriebe der Rampe ge
chert iſt.

Bei der Erbauung der Bahn hat man ſich gänzlich na
der Beſchaffenheit des Terrains gerichtet.

Auf Thon und Sand, da wo keine Dammarbeiten erfo
derlich waren, hat man das Terrain blos nach dem Nivel
ment gebaut, zu beiden Seiten Gräben gezogen und da
1,97 Met. (6 Fuß 3 1/3 Zoll) von einem Mittelpunkt zum a
dern, Querbalken gelegt, die 3 Meter lang, 30 Cent. ho
und 25 Cent. breit ſind und aus Fichtenholz beſtehen. A
dieſen Querbalken liegen längs der Bahn 15 Cent. breite u
25 Cent. hohe Schwellen, auf denen die platten Schienen
feſtigt ſind. Zwiſchen beiden Schwellen iſt eine abgerund
Bahn aufgeſchüttet, ſo daß die Querbalken ganz bedeckt ſi

Da wo Durchſchnitte gemacht worden ſind und das T
rain minder feſt war, hat man unter die Querbalken e
noch einmal Längenbalken gelegt. Dieſelbe Art der Conſtru
tion hat man auch auf der Rampe angewendet, jedoch m
Hölzern von ſtärkern Dimenſionen.

Da wo das Terrain moraſtig iſt und wo ein Damm n
thig geweſen wäre, hat man 25 bis 38 Cent. (9 1/2 bis 14
Zoll) ſtarke Pfähle 1,22 Meter (3 Fuß 10 2/3 Zoll) tief

die Erde getrieben und zwar das dünnere Ende nach unten. Die Pfähle ſtehen der Länge nach 1,97 Meter (6¼ Fuß) und der Breite nach 1,83 Meter (5 Fuß 10 Zoll) von einander. In dem Terrain, welches weniger Widerſtand leiſtete, ſind die Pfähle bis auf 7,61 Meter (24¼ Fuß) Tiefe hereingetrieben. Es geſchah dieß mittelſt einer Rampe von 10,67 Met. (34 Fuß) Höhe, deren Geſtell auf ſtarken Rollen ruhete, ſo daß ſie von einem Punkt zum andern bewegt werden konnte. Der Rammblock wog 450 Kilogr. (945) mit einem freien Fall bei den letzten Schlägen von 6 Meter (19 Fuß) und trieb die Pfähle auf einen Schlag nie tiefer, als ungefähr 2 Zoll.

Es muß große Sorgfalt bei der Rammarbeit angewendet werden, um ein glückliches Reſultat zu erlangen. Die Pfähle wurden ohne Zuſpitzung oder Armirung in 3¼ Fuß tiefe Löcher geſetzt und auf dieſe Weiſe eingetrieben, wodurch ſie eine größere Stabilität erlangten. Die Pfähle ſind endlich oben in beſtimmter Höhe abgeſchnitten und paarweiſe durch 2,74 Meter lange und 23 Centim. im Quadrat ſtarke Querbalken, die mit jenen verzapft worden, verbunden. Auf dieſen Querbalken liegen die Unterlagen für die Schienen, welche 15 Cent. breit, 25 Cent. hoch und nie weniger, als 6 Meter lang ſind. Sie liegen in Einſchnitten in den Querbalken und ſind noch durch Keile auf dieſelben befeſtigt. Die innere Kante der Unterlagen iſt abgeſtumpft und die innere Kante der Schienen kann daher etwas überſtehen.

An einigen Punkten ſtehen die Pfähle 4,57 Meter (11 Fuß 10½ Zoll über dem Boden und ſind daher außerhalb mit Strebepfählen verſehen, die oben in die ſenkrechten Pfähle eingezapft ſind, unten auf dem Boden gegen kurze Pfähle treten, die ungefähr 8½ Fuß von den ſenkrechten entfernt, in den Boden getrieben ſind.

Beträgt die Erhöhung der Bahn über dem Boden noch nicht 3 Meter (9⅞ Fuß), ſo iſt zwiſchen den beiden ſenkrechten Pfählen eine Strebe, von dem Boden auf der einen Seite bis zu dem obern Punkt auf der andern Seite, einge-

laſſen. Liegt die Bahn höher über dem Boden, ſo hat man zwei Streben angewendet, die einander durchkreuzen. Beträgt dieſe Erhöhung ſogar 5½ Meter (17½ Fuß), ſo hat man zuerſt drei Pfähle in den Boden gerammt, dieſe dicht über der Bodenoberfläche mit einem Querbalken verbunden. Auf denſelben ſind zwei Pfeiler eingezapft, welche oben den Querbalken tragen, auf welchem die Unterlagen der Schienen liegen und die eine ſchräge Stellung haben und gegen welche auf jeder Seite ein eben ſo ſchräg ſtehender Strebepfeiler aufgerichtet iſt.

Die Schienen ſind 2¼ Zoll breit, ½ Zoll ſtark und 3 bis 4½ Meter lang. Auf den hölzernen Unterlagen ſind ſie mittelſt eiſerner Nägel befeſtigt.

Die Ausweichungen liegen 11 Kilomet. (2920 Ruthen) von einander entfernt. Ihre Länge mit einer Krümmung von mindeſtens 232 Meter Halbmeſſer beträgt 180 Met. In der Mitte ſind ſie 9,14 Met. von der Hauptbahn entfernt. Daſelbſt iſt eine Waſſerpumpe vorhanden, um die Munitionswagen mit neuen Speiſewaſſern zu verſehen, ſo wie auch Schuppen zur Aufbewahrung des Brennmaterials. An jedem Ende der Ausweichungen ſind die Schienen beweglich. In der Mitte einer jeden, iſt eine kreisförmige Scheibe befindlich, mittelſt der man von einem Zuge diejenigen Wagen, in ſenkrechter Richtung auf der Bahn, nach den Magazinen führen kann, welche für dieſe Station beſtimmt ſind. — Die Anlagekoſten der Bahn haben auf das laufende Meter 32 Fr. betragen.

Die bewegende Kraft bilden Dampfwagen, die ſich mit einer Geſchwindigkeit von 12 und 20 Kilomet. in der Stunde bewegen. Dieſe Maſchinen ſind theils aus den engliſchen Fabriken der Herren R. Stephenſon, E. Bury und Fenton eingeführt, theils in den vereinigten Staaten ſelbſt angefertigt.

Man hat es auszumitteln geſucht, ob es vortheilhaft ſey, Maſchinen mit 6 und 8 Rädern, ſtatt mit 4 anzuwen-

den und man hat ſich anfänglich für jene erklärt, indem dadurch den Urſachen der Zerſtörung der Bahn vermindert würden. Hauptſächlich hat man aber den Punkt feſtgehelten, daß Brüche und Abnutzung der Schienen mit der Schnelligkeit der Bewegung in einem furchtbaren Verhältniß zu nehmen und daß es daher zweckmäßig ſey, die Geſchwindigkeit für den Transport der Kaufmannsgüter auf 12 oder 13 Kilometer ($3^1/_2$ Lieues, 2,1 deut. Meilen und für den Perſonentransport auf 25 Kilom. ($8^1/_4$ Lieues, $2^1/_2$ d. Meilen) in der Stunde, zu beſchränken. — Die Actien der Geſellſchaft haben einen Stand von 115%.

Uebrigens iſt dieſe Eiſenbahn nur der erſte Theil von einer großen projectirten Eiſenbahnlinie zwiſchen dem Atlantiſchen Meere und dem großen Miſſiſippithal.

Einfache Eiſenbahn von Decatur nach Tuscumbia.

Dieſe Bahn, welche zuvörderſt nur ein locales Intereſſe hatte, wird ebenfalls eine Stelle in der projectirten Verbindung des Atlantiſchen Meeres mit dem Miſſiſippi einnehmen.

Es iſt der ungeheure Vortheil dieſer großen Eiſenbahn-Linien, welche die neue Welt in allen Richtungen durchſchneiden, daß bei ihrer Vollendung jeder einzelne Staat der Union intereſſirt, und daß ſie demnach ein Punkt der Verbindung zu vereinigten Anſtrengungen zu einer Sache von ſo reichen Reſultaten und einer Zukunft der Stabilität für die ſchönen Inſtitutionen dieſer ungeheuren Familie iſt.

Die ganze Länge dieſer Bahn beträgt $18^1/_8$ Lieues (11 deutſche Meilen), das Maximum der Steigung $^1/_{211}$. Es iſt eine Rampe erforderlich geweſen. Die Unterlagen der platten Schienen, welche aus Cedernholz beſtehen, ruhen auf eben ſolchen Querbalken. Die Anlagekoſten haben nur 15 Fr. auf das Meter betragen. Die bewegenden Kräfte

ſind Dampfwagen, die ſich mit einer Geſchwindigkeit von $7^1/_2$ Lieues in der Stunde bewegen.

Mit dieſer Hauptlinie werden ſich in der Folge mehrere Nebenlinien verbinden.

Man findet in der Ausführung aller der Eiſenbahnen, die ſich in weſtlicher Richtung, als Ergänzung des großen Verbindungsſyſtems der Atlantiſchen Hauptlinie, einen neuen Beweis von dem Satze, daß die Vollendung einer großen Eiſenbahn-Linie, ſtets ſich daran knüpfende, locale Verbeſſerungen nach ſich zieht und auf dieſe Weiſe alle einzelnen Unternehmungen gewiſſermaßen fruchtbar macht, indem man ſie dem National-Vortheil zukehrt. So muß denn überall der Grundſatz feſtgehalten werden, daß ehe man locale und partielle Verbeſſerungen macht, man zuvörderſt alle möglichen Mittel anwenden müſſe, um große, ununterbrochene Linien zu bilden, d. h. ſolche, die, indem ſie Verbindungen zwiſchen entfernten Gegenden herſtellen, dieſelben während allen Jahreszeiten erhalten können und ſich einen ſteten Transport auf allen Punkten ihrer Entwickelung ſichern werden.

Indem die amerikaniſche Union nach dieſen Grundſätzen verfuhr, zeigen ſich jetzt auf der ungeheuren Ausdehnung ihres Gebiets, die rieſenhafteſten und die nützlichſten Denkmähler der neuern Civiliſation.

Wir beſchließen dieſen Theil der Abhandlung über die Amerikaniſchen Eiſenbahnen mit einer ſynoptiſchen Tabelle der wichtigſten Data von allen hierher gehörigen Bahnen, ſo wie mit einer allgemeinen Ueberſicht aller, zur Zeit des Aufenthalts von dem Hrn. Pouſſin, in Nordamerika ausgeführten, oder in der Ausführung begriffenen Eiſenbahnen.

Synoptische Tabelle der Eisenbahnen, welche die Atlantischen Linien gegen Westen bilden.

Vollendete Arbeiten.				
Längen.		Anlagekosten a. d. Met.		Gewicht der Schienen.
Doppelte Bahn.	Einfache Bahn.	Mit Tragsteinen.	Mit hölzern. Unterlagen.	
Meter.	Meter.	Fr.	Fr.	Kilogr.
„	69,603	„	69	19,69
41,029	„	106	„	19,55
25,625	„	296,50	„	5,70
„	34,439	„	46	6,87
„	46,308	„	38	6,87
131,320	„	132,24	„	18,70
59,000	„	234	„	19,70
„	10,500	135	„	18,
„	66,000	„	83	16,
37,000	„	108	„	16,
„	44,160	„	63	5,70
132,000	„	„	141	18,
„	218,866	„	32	5,70
„	72,565	„	15	5,75
Meter	Meter	Durchschnittliche Anlagekosten Doppelbahn, Tragsteine 170,25 Fr.		
425,974	562,441	Durchschnittliche Anlagekosten, Doppelbahn, auf Holz 141 Fr.		
988,415 M.		Durchschnittliche Anlagekosten, einfache Bahn, auf Holz 69 Fr.		
In der Ausführung begriffene Arbeiten.				
Meter.	Meter.		Fr.	Kilogr.
„	39,428	„	37,50	6,87
„	44,033	„	34,	5,15
„	35,398	„	80,	16,25
„	65,061	„	77,	19,42
„	31,784	„	126,	18,
367,000	„	„	120,	18,
367,000 M.	215,704 M.	Durchschnittliche Anlagekosten, einfache Bahn 71 Fr.		
582,704 M.				

Wir bemerken, daß wir mit Wissen und Willen einige sowohl bereits ausgeführte, als auch in der Ausführung begriffenen Eisenbahnen, im Innern des Landes und besonders solche unberücksichtigt gelassen haben, deren Gegenstand eine direkte Verbindung zwischen den Becken des Mississippi oder des Ohio und der Uferländer ist. Diese Bahnen und ihr Zweck sind noch zu wenig bekannt, um sie speziell beschreiben zu können.

Wir beschließen nun diese Arbeit über die Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten mit einer summarischen Uebersicht ihrer ganzen Entwickelung, so wie ihrer Anlagekosten auf das laufende Meter.

Demnach beträgt 1) die Totallänge der doppelten Eisenbahnen mit Tragstein . . . . . 392,142 Met.
oder 98 Lieues, deren durchschnittliche Anlagekosten 166 Fr. betragen. Das Gewicht der Schienen wechselt von 5,70 bis 19,70 Kilogr. das Meter und beträgt im Durchschnitt 16,50 Met.

2) Die Totallänge der doppelten Eisenbahnen mit hölzernen Unterlagen . . . . . 228,824 Met.
oder 57 1/8 Lieues, deren durchschnittliche Anlagekosten 144 Fr. das laufende Meter betragen. Das Gewicht der Schienen wechselt von 6,87 bis 18 Kil., das mittlere Gewicht beträgt 13,54 Kilogr.

3) Die ganze Länge der einfachen Eisenbahnen mit hölzernen Unterlagen beträgt . . . 798,990 Met.
oder 199 6/8 Lieues, deren durchschnittliche Anlagekosten 54 Fr., das Gewicht der Schienen von 5,25 bis 19,69 Kil., das durchschnittliche 9,12 Kilogr.

4) Die ganze Länge der in der Ausführung begriffenen doppelten Eisenbahnen mit hölzernen Unterlagen beträgt . . . . . 367,000 Met.
oder 91 6/8 Lieues, deren durchschnittliche

Anlagekoſten auf 120 Fr. das Meter veranſchlagt worden iſt. Das Gewicht der Schienen beträgt 18 Kilogr.

5) Die totale Länge der in der Ausführung begriffenen einfachen Eiſenbahnen mit hölzernen Unterlagen, beträgt . . . . . 546,097 Met. oder 138⁴/₈ Lieues, deren durchſchnittliche Anlagekoſten zu 62 Fr. veranſchlagt worden. Das Gewicht der Schienen wechſelt von 4 bis 20 Kilogr.

Folglich beträgt die Totallänge der ausgeführten Eiſenbahnen . . . . . 1,409,956 Met. oder 352²/₈ Lieues.

Die Totallänge der in der Ausführung begriffenen Eiſenbahnen . . . . . 913,097 Met. oder 228¹/₈ Lieues, ſo daß in ſehr kurzer Zeit in den Vereinigten Staaten 600 Lieues oder 360 deutſchen Meilen Eiſenbahnen vorhanden ſeyn werden.

Anhang III.

Indem wir in dem achten Kapitel des Werks „von den feſtſtehenden Dampfmaſchinen und der Bewegung auf den Bahnrampen" redeten, hatten wir nicht Gelegenheit, den Nachtheil derſelben gegen andere Mittel, zur Ueberwindung von Terrainſchwierigkeiten, durch Vergleichung darzuthun. Es geſchieht dieß nachträglich unter Benutzung einer, uns erſt ganz neuerlich zugekommenen, eben ſo wichtigen als inteſſanten Schrift: „Bericht über Projekt und Vorarbeiten zu der Anlage einer Eiſenbahn von Elberfeld über Hagen nach Witten." von L. Henz, königl. preuß. Waſſer-Baumeiſter. Mit einer Karte (Elberfeld 1836). Die Vergleichung iſt hier

mit besonderer Berücksichtigung der genannten, jedoch auch mit Hinweisung auf andere Eisenbahnen, durchgeführt worden.

Die beiden Thäler der Wupper und der Ruhr, welche durch die Elberfeld-Wittener Eisenbahn verbunden werden sollen, gehören einem gemeinschaftlichen Flußgebiete, dem des Rheines an, in dessen weiter Thalebene daß der Wupper bei Obladen, daß der Ruhr in der Nähe von Duisburg ausmündet, und zwar in einer Entfernung von etwa 6 Meilen. Der zwischen diesen beiden Flußthälern liegende Landstrich, welcher größtentheils dem bergisch-märkischen Fabrikdistrikt angehört, bildet einen in der Rheinebene stumpf auslaufenden Zweig der Gebirge des Süderlandes und Westerwaldes, welcher durch viele eingeschnittene Querthäler, wieder in eben so viel Seitenäste vertheilt wird.

Hieraus ergiebt sich, daß zwar eine Eisenbahn zwischen der Ruhr und der Wupper angelegt werden kann, welche keine zwischenliegende Höhe zu übersteigen hat; eine solche würde aber für den beabsichtigten Zweck ganz unpassend seyn, da sie beide Flüsse erst bei ihrem Eintritt in die Rheinebene erfassen, und nichts anders als eine Parallelstraße des Rheines seyn würde, welche den Fabrikdistrikt kaum berührte, viel weniger durchschnitte. In der Richtung von den reichern Kohlenfeldern der obern Ruhr nach Elberfeld, dem Mittelpunkt des gewerbreichen bergischen Landes, muß aber jeder Weg und jede Eisenbahn, den erwähnten Gebirgszweig übersteigen. Die Neigungen der Bahn bestimmen sich nun im Allgemeinen aus der Lage der zu verbindenden Punkte und des zu überschreitenden Wassertheiles, ihrer Entfernungen von einander und ihrer Höhenlage nach.

Wiederholte Messungen und Nivellements haben ergeben, daß:

die Ruhrthalsohle in der Nähe von Witten . 258,38 Fuß
der Wasserscheider zwischen Ruhr und Wupper in der Nähe von Gevelsberg bei Linderhausen . . . . . 942,62 Fuß

und

die Thalsohle der Wupper bei Eberfeld, in der Nähe des Schlachthauses . . . . . 466,23 Fuß über dem Spiegel der Nordsee, oder eigentlicher, über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels liegt. Hieraus ergiebt sich, daß die Thalsohle der Ruhr bei Witten 207,85 Fuß niedriger liegt, als die der Wupper bei Elberfeld und daß der Scheitelpunkt des Gebirges dazwischen 684,24 Fuß über dem Ruhrthale und 476,39 Fuß über dem Wupperthale und den bezeichneten Punkten liegt. In der kürzesten Richtung gemessen, sind beide Endpunkte der Bahn gleich weit, nämlich zwei Meilen vom Scheitelpunkte entfernt, woraus sich schon im Allgemeinen verschiedene Neigungen auf beiden Seiten desselben ergeben und zwar die stärkere nach der Ruhr, die schwächere nach der Wupper zu. Angenommen, daß in der angedeuteten Richtung zwischen den drei bestimmenden Haupt-Punkten, keine Hindernisse im Wege lägen, welche eine gleichförmige Vertheilung der Gefälle verhinderten, so würde nach den angegebenen Maaßen die mittlere Ansteigung von der Ruhr zum Scheitelpunkte in dem Verhältniß von 1 zu 70, und von der Wupper eben dahin in dem Verhältniß von 1 zu 101 stehen.

Dieß Ergebniß ist allerdings ein recht ungünstiges und zwar um so mehr, als gerade die nachtheiligste Ansteigung in der Richtung liegt, wo die, bei weitem größeren Transporte zu erwarten stehen. Die eifrigsten Vertreter des Eisenbahnverkehrs werden einräumen müssen, daß von einer Anlage mit so ungünstigen Neigungsverhältnissen, welche wohl den Namen einer Eisenbahn führen kann, ohne ihre Wirkungen zu leisten, Abstand genommen werden müsse, weil von derselben eben so wenig eine kräftige Förderung des Gemeinwohls als eine genügende Sicherheit für die aufgewendeten Capitalien zu erwarten steht.

Bis hierher sind indessen nur die Verhältnisse berücksichtigt worden, welche in der kürzesten Richtung einer Eisenbahnlinie, zu Gunsten oder zum Nachtheil derselben, stattfinden, ohne Berücksichtigung der Hülfsmittel, welche die

Kunst darbietet, um Terrainschwierigkeiten, sofern sie auf die Neigungsverhältnisse einer Bahn Einfluß haben, zu überwinden. Diese Mittel kennen zu lernen, ihre Wirksamkeit zu prüfen, und die Anwendbarkeit derselben in dem vorliegenden Falle zu erörtern, wird daher um so dringender nöthig, als ohne dieselben, wie eben gezeigt worden, an der Ausführung einer, den Anforderungen entsprechenden Bahn, kaum zu denken ist. Diese Rücksicht wird es dann auch entschuldigen, wenn dieser Gegenstand hier ausführlicher behandelt wird, als die Grenzen eines Berichts es zu gestatten scheinen.

Die eben erwähnten Mittel zur Verbesserung oder Ueberwindung zu starker Neigungen des Terrains, auf welchem eine Eisenbahn angelegt werden soll, lassen sich in vier Klassen bringen, und diese sind:

1) Ausgleichung der Unebenheiten des Bodens, durch Einschnitte in den zu hochliegenden und Anschüttungen auf den zu niedrig liegenden Strecken.
2) Anlage von unterirdischen Bahnstrecken oder Tunnels.
3) Verlängerung des Bahnenzuges.
4) Anlage von stark geneigten Bahnstrecken, auf welchen die Ansteigungen concentrirt und die Lasten an Seilen, vermittelst stehender Dampfmaschinen aufgezogen oder niedergelassen werden.

Bevor die specielle Anwendung dieser Mittel zur Erzielung günstiger Neigungen der Ruhrbahn nachgewiesen werden kann, scheint es nöthig, einige Bemerkungen über die Wirksamkeit derselben im Allgemeinen vorauszuschicken,

1. Ausgleichung der Unebenheiten.

Abgesehen von Ansteigungen, welche, durch die gegenseitige Höhenlage der bestimmenden Punkte bedingt, den allgemeinen Neigungsverhältnissen einer Eisenbahn zum Grunde liegen, bildet in den allermeisten Fällen die Oberfläche des Bodens, über welchen sie geführt werden muß, eine ununterbrochene Reihe von Anhöhen und Vertiefungen untergeord-

neten Ranges, und dieſe ſchaden dem Effecte einer Bahn, welche allen dieſen Bewegungen des Terrains folgt, ganz außerordentlich, weil die Laſt oft und nutzlos gehoben werden muß und daher eine größere Zugkraft erfordert. Dergleichen Unebenheiten werden durch Einſchnitte in den Erhöhungen und Aufſchüttungen auf den Vertiefungen am wirkſamſten ausgeglichen, und der vollkommenſte Erfolg der Anwendung dieſes Mittels iſt, wenn in einer Bahn keine andern Steigungen übrig bleiben, als durch die verſchiedenen Höhenlagen der beſtimmenden Hauptpunkte bedingt werden, oder, was daſſelbe iſt, daß keine verlorne Steigung in der Bahn vorkömmt.

Es giebt nur zwei Umſtände, welche von einer unbeſchränkten Durchführung dieſes Ausgleichungsſyſtems Abſtand zu nehmen, dringende Veranlaſſung geben können, und dieſe ſind:

Steigerung der erſten Anlagekoſten und Verlängerung des Zeitraums der Ausführung.

Was den erſten Punkt betrifft, ſo muß die Entſcheidung ganz nach den weiter oben angedeuteten Grundſätzen, und auf die Größe der Transportmaſſe begründet, geſucht werden; betreffend den größern Zeitaufwand, welchen ausgedehntere Planierarbeiten erfordern, kommen die Zinſen des Anlage-Capitals während der Bauzeit in Betracht, und auch hier muß das Ergebniß der Unterſuchung den Ausſchlag geben, ob die damit erzielte Vervollkommnung der Bahn ſich auf ein ſo großes Förderquantum vertheilt, daß der Verluſt dadurch reichlich aufgewogen wird.

2. Unterirdiſche Bahnſtrecken,

welche ſchon längſt beim Canal- und Straßenbau zweckmäßige Anwendung da gefunden haben, wo die Natur der Durchführung dieſer Anlage unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg gelegt zu haben ſchien, ſind in neuerer Zeit und in ganz ähnlicher Art beim Bau der Eiſenbahnen benutzt wor-

den, und bilden dieselben oft das einzige Auskunftsmittel, um das Ziel zu erreichen.

Eine Hauptbedingung bei der Anlage unterirdischer Strecken ist: daß der zu durchbrechende Bergrücken sich frei erhebt, und das Terrain auf beiden Seiten desselben keine bedeutend größere Höhendifferenzen darbietet, als mit den allgemeinen Neigungsverhältnissen der Bahn verträglich ist. Diese Bedingung erledigt sich in der Regel da weniger vollständig, wo eigentliche Wasserscheider durchbrochen werden sollen, als bei einem Durchgange einzelner Verzweigungen eines Gebirges oder scharf vortretender Köpfe an den Wänden der Flußthäler. Im ersten Falle müssen gewöhnlich vor und hinter dem Tunnel ausgedehnte Strecken tief eingeschnitten werden, selbst wenn die, fast immer zu stark ansteigenden Seitenschluchten, zur Führung der Bahn angehalten sind. Durch die Absenkung eines Thales werden aber alle Wasser welche dem Gebiete desselben angehören, auf dem tiefsten Punkte in gleicher Ebene mit der Bahn gelöset und kann dasselbe nur durch Einschnitte neben derselben abgeführt werden. Das vortheilhafteste Verhältniß bei Durchbrechung eines Wasserscheiders ist unstreitig, wenn bei Ersteigung desselben, auf beiden Seiten Querthäler benutzt werden können, deren Ursprünge nicht auf einander zu treffen, sondern seitwärts über einander hinausreichen, so daß vermittelst eines unterirdischen Querschlages, an solchen Stellen mit der Bahn aus einem Thale in das andere, nach entgegengesetzter Richtung abfallende, zu gelangen ist, wo dieselben noch ausreichende Breite zur Anlage weiter Bögen und ein so mäßiges Gefälle besitzen, welches lange und tiefe Einschnitte vor den Eingängen der unterirdischen Strecke entbehrlich macht.

Bei dem Entwurf einer unterirdischen Strecke kömmt es zunächst und ganz besonders auf die Erkennung der Bodensart und die Lagerung der Schichten in dem zu durchbrechenden Rücken an, ersteres, um die Construktionsart festzustellen, letzteres um beurtheilen zu können welchen Bezirken durch die niedrigere Lösung das Wasser entzogen wird und

bis zu welcher Tiefe. Das günſtigſte Verhältniß bei Anlage einer unterirdiſchen Strecke iſt ohne Zweifel, wenn dieſelbe durch ganz feſtes Geſtein geführt werden kann, welches bei der erforderlichen Breite der Ausbrechung ohne Unterwölbung ſteht, daher keine andern Arbeiten und Koſten verurſacht, als die des Stollenbetriebes. Ein minder feſtes und klüftiges Geſtein, bei welchem die Ablöſung einzelner Maſſen befürchtet werden muß, beſonders wenn es hoch geſchichtet erſcheint, erfordert theilweiſe Ausmauerung, wodurch dieſe Anlagen ſehr vertheuert werden. Schwieriger wird der Bau ſchon, wenn der zu durchſtechende Grund aus Lehm oder Erde beſteht, welcher bei der bedeutenden Breite der Aushöhlung, Fuß vor Fuß nach allen Richtungen hinabgeſtreift werden muß, wodurch das Weiterbringen, die Förderung des Materials, beſonders aber die Ausmauerung und Ueberwölbung auf das Aeußerſte beläſtigt werden. Nur durch einen großen Koſtenaufwand für Verſtärkung des Mauerwerks, iſt der Mangel an einigem Zuſammenhange deſſelben, welcher eine nothwendige Folge der vereinzelten Ausführung des Werkes iſt, zu erſetzen. Am allerungünſtigſten oft vielleicht unausführbar, jedenfalls mit unglaublich hohen Anlagekoſten verbunden, erſcheint die Ausführung einer unterirdiſchen Strecke durch eine, aus Sandſchichten beſtehende Anhöhe. Hier häufen ſich die Schwierigkeiten der Ausführung in einem ſolchen Maaße, und die Gefahr einer Verſchüttung der Arbeiter (wie noch neulich in einem Tunnel der London-Birmingham-Eiſenbahn) oder eines Tagebruches liegt ſo nahe, daß nur die äußerſte Nothwendigkeit einen ſolchen Verſuch rechtfertigen kann.

3. Verlängerung der Bahnlinie.

Dieſes bei dem Bau der Landſtraße im Gebirge häufig angewendete Mittel zur Ermäßigung der natürlichen Anſteigung zwiſchen zwei gegebenen Punkten von ſehr verſchiedener Höhenlage, verfehlt niemals ſeinen Zweck und nur außer-

ordentliche Terrainschwierigkeiten können in manchen Fällen die Anwendung desselben verhindern. So lange es sich nur um eine mehr ins Allgemeine gehende Verlängerung einer Linie handelt, findet dieses Mittel eben so wohl bei Eisenbahnen als bei Landstraßen eine ausgedehnte Anwendung; soll aber dasselbe bei einzelnen zu stark ansteigenden Strecken aushelfen, dann unterliegt es großen Einschränkungen bei der Anwendung auf Eisenbahnen, wo solche Krümmungen, welche bei Landstraßen noch sehr günstig genannt werden können, den Effect außerordentlich schwächen, und die Schnellbeförderung gefährlich machen würden. Dergleichen Bahnverlängerungen werden daher nur zuläßig, wenn sie auf einem so ausgebreiteten Terrain vorgenommen werden können, welches die Entwickelung der Linie in so weiten Bögen gestattet, daß durch ihren Einfluß keine der beiden angedeuteten nachtheiligen Wirkungen hervorgebracht oder doch so unbedeutend werden, daß sie nicht weiter in Betracht kommen. Je größer die Ausdehnung der Bahn zwischen zwei Punkten in Vergleich mit der sie verbindenden geraden Linie werden muß, desto mehr und stärkere Krümmungen erhält dieselbe auch, womit, außer den so eben bewirkten Nachtheilen, auch noch einige andere herbeigeführt werden. In den Krümmungen leidet eine Eisenbahn erfahrungsmäßig mehr als auf geraden Strecken, und aus diesem Grunde müssen die Schienen und die ganze Construction stärker angeordnet werden, während die Unterhaltung dieser Strecken nicht minder kostspielig wird. Auch die Verlegung des Gestänges in den Krümmungen, ist viel schwieriger, als auf geraden Linien, wodurch die Anlagekosten merklich erhöhet werden. Die Mittel, welche gewöhnlich zur Vermeidung des nachtheiligen Einflusses der Krümmungen auf den Effect und die Sicherheit des Eisenbahntransports angewendet werden, sind in ersterer Beziehung eine konische Form der Radfelgen, wodurch die Seitenreibung beinahe ganz, die auf der Oberfläche aber größtentheils vermieden wird, in anderer, die Höhenlagerung des äußeren Schienenstranges, wodurch der Centrifugalkraft,

des sich im Bogen schwingenden Wagenzuges, das Gleichgewicht gehalten wird [1]).

4. Stehende Dampfmaschine.

Wenn der größte Theil des Gefälles einer Eisenbahn, oder einer Ableitung derselben, auf einer sehr kurzen Strecke concentrirt erscheint, eine Verlängerung der Bahn nicht mit vortheilhaften Neigungen oder angemessenen Krümmungen bewirkt werden kann, so bleibt die Anlage der stehenden Dampfmaschinen, vermittelst welcher die Lasten an Seilen über stark geneigte Bahnstrecken aufgezogen oder niedergelassen werden, das letzte Mittel, um eine Eisenbahn durch ein so gestaltetes Terrain zu führen. Dergleichen Anlagen sind nicht selten in Anwendung gebracht worden, und fehlt es daher nicht an Erfahrungen in Bezug auf die Bedingungen von welchen ihre Anordnung abhängig ist.

In Betreff der Längen- und Neigungsverhältnisse, giebt die folgende Uebersicht einiger der neueren bedeutensten schiefen Ebenen den nöthigen Aufschluß.

Nro.	Namen der Eisenbahnen.	Länge in engl. Fuß.	Neigungs-Verhältniß.	Bemerkungen.
1	Liverpool-Manchester (großer Tunnel) . .	5910	1/48	für den Gütertransport.
2	dto dto (kleiner Tunnel)	6030	1/90	Personentransport.
3	Canterbury-Whitstaple .	11000	1/46	Kohlentransport.
4	Bolton-Leigh	4158	1/36	Zweigbahn.
5	Edinburgh-Dalkeith . .	3300	1/25	Zweigbahn.
6	St. Helens-Runcorn . .	1200	1/50	Zweigbahn für Güter und einige wenige Personen.
7	Charlestown-Hamburg . .	3800	1/90	in Nordamerika.
8	Mohawk-Hudson . . .	2046	1/48	in Nordamerika.
9	Alleghany-Portage . . .	1500	1/15	in Nordamerika.

1) Wenn R der Krümmungshalbmesser, w die Spurbreite der Bahn, c die Geschwindigkeit des Transportes, g = 15 5/8 Fuß bezeichnet, so ist das Maaß, um welchen der äußere Schienenstrang höher liegen muß als der innere, damit Gleichgewicht mit der Centrifugalkraft entsteht, $h = \frac{c^2 w}{2g R}$.

Es ergiebt ſich aus dieſen Beiſpielen im Allgemeinen, daß die Neigungen der ſchiefen Ebenen mit den Längen derſelben im umgekehrten Verhältniß ſtehen, namentlich bei den Bahnen, welche mit zum Perſonen-Verkehr beſtimmt ſind. Die ſchiefen Ebenen werden jetzt gewöhnlich doppelgeleiſig eingerichtet, und auf derſelben mittelſt eines Seiles ohne Ende gefördert, ſo daß die eine Bahn für die aufwärts gehenden, die andere für die niedergehenden Laſten ausſchließlich beſtimmt iſt. Hochdruckmaſchinen, welche kein, auf der Scheitel der Bahn gewöhnlich ſeltenes, Condenſationswaſſer gebrauchen, dienen jetzt vorzugsweiſe zur Erzeugung der bewegenden Kraft. Ob bereits Drathſeile angewendet worden ſind, iſt nicht bekannt geworden, da ſie aber beim Grubenbau günſtige Reſultate gegeben haben, ſo ſcheinen ſie auch auf ſchiefen Ebenen mit Nutzen eingeführt werden zu können.

Wenn nun einerſeits durch Anordnung ſchiefer Ebenen, durch ſtehende Dampfmaſchinen bedient, alle Terrainſchwierigkeiten, ſofern ſie aus zu ſtarker Neigung entſpringen, überwunden werden können, ſo iſt auf der andern Seite dieſe Förderuugsart als ſehr mangelhaft zu betrachten, und das Syſtem, bei deſſen Annahme ohne ſonderliche Mühe eine Bahn überall durchgeführt werden kann, als ein, den jetzigen Anforderungen des Verkehrs nicht mehr entſprechender Nothbehelf zu bezeichnen, namentlich wenn die Eiſenbahn zum Perſonen-Transport dienen und mit Locomotiven auf derſelben gefördert werden ſoll.

Als die Eiſenbahnen nur zum Güter-, vorzugsweiſe zum Kohlentransport, dienten, wobei eben ſo wenig eine große Geſchwindigkeit der Beförderung als eine abſolute Sicherheit erforderlich war, bildeten die dabei häufig in Anwendung gebrachten ſchiefen Ebenen kein großes Hinderniß, vielmehr trugen ſie dazu bei, die erſten Anlagekoſten der Bahn zu ermäßigen und große Terrainſchwierigkeiten zu überwinden. Die erſte Eiſenbahn, auf welcher ſich ein bedeutender Perſonen-Verkehr geſtaltete, war die Stocton-Darlingtoner; die beiden ſtehenden Dampfmaſchinen dieſer Bahn befinden

ſich aber am obern Ende derſelben in der Nähe der Kohlengruben, und werden nicht zur Perſonen-Beförderung benutzt, welche ſich auf die untere Strecke zwiſchen Stocton und Darlington beſchränkt. Am Ende der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn wird mittelſt ſtehender Maſchinen auf zwei ſchiefen Ebenen gefördert, davon die mit $^1/_{48}$ geneigte nur zum Güter-, die andere mit $^1/_{90}$ anſteigende zum Perſonenverkehr dient. Beide liegen aber unterirdiſch; die Förderung mit Locomotiven wurde auf Strecken von circa 6000 Fuß lang für unzuläſſig gehalten, und durch die betreffenden Parlamentsacte unterſagt, ſonſt würde die Neigung von $^1/_{90}$ kein Hinderniß geweſen ſeyn, da die Sutten-Ebene derſelben Bahn, auf welcher mit Locomotiven gefördert wird, im Verhältniß von $^1/_{99}$ anſteigt. Sonſt findet ſich keine Haupt-Bahn in England, auf welcher Perſonen mit ſtehenden Dampfmaſchinen befördert werden, und nur auf den Zweigbahnen, welche in der Tabelle benannt ſind, finden ſich ſchiefe Ebenen von 100, höchſtens 350 Ruthen Länge, auf welchen außer den Gütern auch Perſonen, aber in ſehr geringer Zahl und ſehr langſam befördert werden. Auf allen übrigen im Bau begriffenen oder projectirten Eiſenbahnen Englands, und ſelbſt Nordamerikas, ſind die ſtehenden Dampfmaſchinen ſorgfältig vermieden, und durch Tunnels, Brückenleitungen und andere koſtſpielige Anlagen entbehrlich gemacht worden. Die Direktion der Columbia-Eiſenbahn iſt ſo weit gegangen, in Vorſchlag zu bringen, eine 15 engliſche Meilen lange Eiſenbahnſtrecke ganz neu zu bauen, und gleichzeitig die Bahn um $1^1/_2$ Meilen zu verlängern, nur um eine beſtehende ſchiefe Ebene zu umgehen und eine frei Anſteigung $^1/_{210}$ zu erlangen. Aehnliche Vorſchläge ſind bei der Baltimore-Ohio-Bahn gemacht worden und zur Vermeidung einer Fahrt über die beiden ſchiefen Ebenen der Albany-Schenectady-Bahn wird der Bau einer beſondern Bahn nach letzterem Orte beabſichtigt. Forſcht man nach den Gründen, welche die Anwendung der ſtehenden Maſchinen auf ſchiefen Ebenen ſo ängſtlich vermeiden laſſen, und weßhalb ein ſo großer Werth

darauf gelegt wird, ihrer bei der neuen und größeren Anlagen nicht zu bedürfen, so ergiebt sich bald, daß:

A. Steigerung der Förderkosten,
B. Verzögerung der Fahrt und
C. Mangel an Sicherheit

von dieser Betriebsart unzertrennlich sind; Gründe genug um von ihrer Anwendung abzurathen. Um die Größe und den Einfluß der oben angedeuteten Verhältnisse im Allgemeinen beurtheilen zu können, wird eine Beleuchtung derselben ausreichen, da eine erschöpfende Kritik weit über die Grenzen dieses Berichts hinausreichen dürfte.

A. Steigerung der Förderkosten.

Die Unterhaltung der Maschinen, Kessel und Gebäude, besonders aber der Seile und der Rollen, auf welchen diese laufen, das Brennmaterial zur Dampferzeugung und die Bedienung der Maschine und Wagenzüge erfordern sehr bedeutende Ausgaben, welche indessen ziemlich constant sind, und nicht in dem Verhältniß des Verkehrs anwachsen.

Diese Kosten müssen aber nichts desto weniger von den Transportmassen getragen werden, und in so fern wirken diese Anlagen allerdings auf Vermehrung der Förderkosten. Für den Gebrauch der schiefen Ebenen wird daher auf den Eisenbahnen eine besondere Abgabe erhoben, welche, auf preußisches Gewicht und Geld reducirt, z. B. auf der Stocton-Darlington- und der Edinburgh-Dalkeith-Bahn 6 Pfenninge, und auf der Bolton-Leigh-Bahn, aufsteigend 8, niedergehend 3, im Mittel $5\frac{1}{2}$ Pfenning für den Zentner beträgt. Eine so bedeutende Abgabe von einer großen Transportmasse erhoben, würde aber gewiß in den meisten Fällen, kapitalisirt, die Anlage einer weit vorzüglicheren Bahn ohne dergleichen Maschinen gestattet haben.

B. Verzögerung der Fahrt.

Die Natur der Sache bringt es mit sich, daß auf schiefen Ebenen nur mit geringer Geschwindigkeit gefördert wer-

den kann, und auf einer der beſten, der St. Helens Runcorn werden Güter mit 10 Fuß, Paſſagiere nur mit 5 Fuß Geſchwindigkeit in der Secunde befördert.

Um eine z. B. 500 Ruthen lange ſchiefe Ebene zu paſſiren, iſt demnach ein Zeitraum erforderlich, von 20 Minut.

Die Zeit zur Umwechſelung der Pferde mit der Maſchinenbeſpannung, Signaliſirung, beträgt gewöhnlich . . . . . 4 „

Desgleichen bei der Umwechſelung nach Erſteigung der Ebene . . . . . 3 „

Zuſammen 27 Minut.,

was etwa 4 Fuß in der Sekunde giebt

Gegen die Pferdeförderung im Schritt wird daher noch ein kleiner Zeitraum erſpart, eine Locomotive würde aber in der Zeit den dreifachen Weg zurückgelegt haben, abgeſehen davon, daß durch die, ſchon lange vor Erreichung der ſchiefen Ebene nothwendig werdende Abnahme der Geſchwindigkeit ein Zeitverluſt entſteht.

Bis jetzt wird auf den ſchiefen Ebenen der Liverpooler-Bahn gleichzeitig keine größere Laſt als von 500 Zentner Brutto gehoben, wobei doch das Seil noch häufig zerreißt; ſobald daher der Zug mehr, als dieſes Gewicht hat, wird er ſchon in zwei Abtheilungen gebracht, welche abgeſondert befördert werden. Ein ſolcher Zug gebraucht alſo die doppelte Zeit, was etwa 2 Fuß Geſchwindigkeit pr. Secunde, für die ganze Beförderung giebt, alſo ſchon bedeutend weniger, als die des Pferdes im Schritte.

Der wichtigſte Einwurf gegen ſtehende Dampfmaſchinen auf Eiſenbahnen zum allgemeinen Verkehr iſt aber

C. der Mangel an Sicherheit.

Den Verkehr im Allgemeinen betreffend, ſieht man leicht, daß derſelbe auf der ganzen Bahn unterbrochen wird, wenn ein Theil der Maſchine, oder des ſehr complicirten Zubehörs, defect wird, ein Fall, der beim ausſchließlichen Dampfwa-

gen = oder Pferdebetrieb nicht vorkommen kann, weil durch bereit ſtehende Reſerve = Maſchinen oder Pferde jede Stockung verhindert oder ſofort beſeitigt werden kann.

Das Zerreißen des Zugſeiles, an welchem die Laſten aufgezogen oder niedergelaſſen werden, iſt der am häufigſten vorkommende, wie der verderblichſte Fall auf ſchiefer Ebene. Die, im Jahre 1834 auf der Columbia = Philadelphia = und der Alleghany = Portage =, in dieſem Jahre auf der St. Etienne = Bahn, durch das Zerreißen der Zugſeile herbeigeführten Unfälle, zeigen nicht weniger, als die, von dem Dr. Lardner in der Evidences zum Great = Weſtern = Railway, angegebene Thatſache, wie das Seil der großen Liverpooler, mit $^1/_{48}$ geneigten ſchiefen Ebene, öfters, ja in einer Woche zweimal geriſſen iſt, und die herablaufenden Wagen ganz zerſchellt worden ſind, (been all smashed to pieces) was man bei einem ſolchen Vorkommen zu erwarten hat. Und demnach iſt es äußerſt ſchwierig, bei ſo langen Seilen eine ſchwach gewordene Stelle aufzufinden, und faſt unmöglich zu beurtheilen, wenn es Zeit iſt, ein Seil, welches bis zum letzten Augenblicke ſeines Gebrauches die vollkommenſte Sicherheit gewähren muß, mit einem neuen zu vertauſchen. Zerreißt das Seil beim Aufgange der Laſt, ſo kommt der Zug einen Augenblick zum Stillſtande, und rollt dann mit Beſchleunigung zurück. Bei genauer Beobachtung und Geiſtesgegenwart des Führers, kann, wenn die ſchiefe Ebene nicht zu lang oder zu ſtark geneigt iſt, durch Bremſung oder andere Hülfsmittel die Gefahr abgewendet werden; beim Niedergange aber, wo der Zug ſchon eine gewiſſe Geſchwindigkeit in der Richtung des Falles hat, bleiben alle Hülfsmittel gänzlich erfolglos, ſo viel Vorſchläge auch ſchon gemacht worden ſind, um unter ſolchen Umſtänden das Wachſen der Geſchwindigkeit zu verhindern.

Mit dem Zerreißen des Seiles gleich gefährlich iſt der Bruch, oder die Auflöſung eines Verbindungsgliedes der den Zug bildenden Wagen, unter ſich, oder mit dem Seile. Das plötzliche Zerbrechen eines Theiles der Maſchine oder ihrer

Verbindung mit dem Seile, ist in so fern weniger gefährlich, als in einem solchen Falle, wenn die große Bremse an der Maschine in Thätigkeit gesetzt wird, der Zug zum Stillstand gebracht, oder doch die Beschleunigung desselben aufgehoben werden kann. Bei der größten Vorsicht in der Anwendung und der Beaufsichtigung, ist immer noch das allergenaueste Zusammentreffen der Wirksamkeit verschiedener oft sehr weit von einander entfernten Personen unbedingt erforderlich, um Sicherheit zu verbürgen, während durch eine Unachtsamkeit, einen Irrthum oder eine Verwechslung der Signale das Leben und die Gesundheit vieler Menschen aufs Spiel gesetzt wird.

Nachdem nun die verschiedenen Mittel, welche zur Verbesserung oder Ueberwindung zu starker Neigungen in der Richtung einer Eisenbahn in Anwendung gebracht zu werden pflegen, kann zur nähern Betrachtung der Neigungs-Verhältnisse der projectirten Ruhrbahn übergegangen und dabei nachgewiesen werden, in wiefern und welchen Einfluß diese Hülfsmittel auf die Verhältnisse derselben auszuüben vermögen.

Faßt man zunächst das Verhältniß der Ansteigung beider, von der Wupper und der Ruhr ausgehenden, in dem gemeinschaftlichen Scheitelpuncte sich vereinigenden Strecken ins Auge, so ergiebt sich, daß die Neigung nach der Ruhr ungleich stärker ist, als die nach der Wupper, und daß eine Verbesserung der Gefälle in erstgedachter Richtung um so nothwendiger ist, als hier die sämmtlichen Lasten gegen den natürlichen Abhang transportirt werden müssen. Indessen kommen alle Verbesserungen der Linie, durch welche die Uebersteigung des Scheitelpunktes erleichtert wird, beiden Strecken der Bahn zu Statten und verdienen diese daher die nächste Berücksichtigung. Der Wasserscheider zwischen Ruhr und Wupper erhebt sich in der Nähe des Scheitelpunktes so schroff, daß an eine Ueberschreitung desselben in gewöhnlicher Art gar nicht zu denken ist, da die Neigung, selbst durch einen sehr tiefen Einschnitt, kaum merklich ver-

bessert werden kann, und eine Verlängerung der Bahn, des beschränkten Lokals wegen, unausführbar ist. Es bleibt daher, nur die Wahl zwischen der Anlage von zwei schiefen Ebenen, über welche vermittelst einer, auf dem Scheitel stehenden Dampfmaschine gefördert wird, und der Anordnung einer unterirdischen Strecke übrig, welche durch den Wasserscheider gebrochen wird.

Bei der Anwendung des einen wie des andern Mittels kömmt es darauf an, einen solchen Scheitelpunkt im Wasserscheider aufzufinden, welcher die schmalste Basis hat; in Bezug auf die stehende Dampfmaschine, um keine zu lange schiefe Ebenen zu erhalten und mit einer Maschine auf beiden Seiten des Scheitels fördern zu können; in Bezug auf die unterirdische Strecke, um sie möglichst kurz zu erhalten. Durch eine sorgfältige Erforschung der Terrainverhältnisse ist es gelungen, einen diesen Bedingungen entsprechenden Uebergangspunkt aufzufinden; derselbe liegt auf dem Linderhauser-Bergrücken, welcher sich nördlich nach dem, dem Ruhrgebiete angehörenden Kronenthale, südlich in das Schwelmethal abdacht, eine so schmale Scheitelstrecke darbietet, daß der Wechsel des Steigens und Fallens auf einen Punkt reducirt erscheint, und sich mehr als 250 Fuß hoch über eine, noch nicht 400 Ruthen lange Basis erhebt. Dieser Punkt ist, da die Bahn von der Wupper durch das Schwelmethal, und von der Ruhr durch das Thal der Ennepe und des Kronenbaches bis zum des gedachten Linderhauser Bergrückens geführt werden kann, offenbar der geeignetste zum Uebergange der Bahn, und so bleibt nur noch die Frage zu beantworten, ob derselbe vermittelst einer stehenden Dampfmaschine oder einer unterirdischen Strecke am vortheilhaftesten zu übersteigen ist.

Nach dem, was in diesem Kapitel über den Werth der stehenden Dampfmaschine für Eisenbahnen zum allgemeinen Verkehr angedeutet worden ist, wird man dieselben nur im äußersten Nothfall, und wenn kein anderes Mittel zur Durchführung vorhanden ist, in Anwendung bringen. Dieser äus-

ſerſte Fall tritt aber hier nicht ein, da die Möglichkeit der Anlage einer unterirdiſchen Strecke vorliegt, für welche man ſich im Allgemeinen, ſofern von einer größern Vollkommenheit der Bahn die Rede iſt, immer entſcheiden wird. Die erſten Anlagekoſten werden bei dieſer Anordnung allerdings größer als bei der einer ſtehenden Dampfmaſchine, wogegen ſich die Unterhaltungs, und Förderungskoſten viel höher ſtellen. Um das Urtheil über dieſen Punkt begründen zu können, wird eine überſchlägliche Vergleichung dieſer Anlage und Betriebskoſten nöthig, welche hier verſucht werden ſoll.

Angenommen die unterirdiſche Strecke würde 350 Ruthen lang, ſo wird die Anlage derſelben etwa koſten (ohne Geſtänge) . . . . . 60,000 Thlr.

Die Anlage der ſtehenden Maſchine mit allem Zubehör Seilen und Rollen u. ſ. w. würde koſten . . . . . 30,000 Thlr.

Da die Bahn auf den ſchiefen Ebenen doppelt angelegt werden muß, ſo kommen für 350 Ruthen Länge wenigſtens in Anſchlag 10,000 Thlr.

Koſten der ſchiefen Ebenen und Maſchinen 40,000 Thlr.

Die unterirdiſche Strecke würde alſo 20,000 Thaler in der erſten Anlage mehr koſten, als die ſchiefen Ebenen, wodurch eine jährliche Mehrausgabe für Zinſen bedingt wird, von . 1,000 Thlr.

Dagegen müſſen nun alle Laſten über 250 Fuß höher gehoben werden, und rechnet man die Koſten der dazu erforderlichen Kraft nach Abzug der Förderkoſten durch den Tunnel nur ſehr gering, zu 3 Pfennige für den Centner, ſo belaufen ſich dieſelben ſchon bei einer Fördermaſſe von 1 Million Centner jährlich auf . . 8,333 Thlr.

und es würde durch den Tunnel eine jährliche Erſparung von . . . . . 7,333 Thlr.

bewirkt.

Demnach steht im vorliegenden Falle die Anwendung der stehenden Maschine, auch in ökonomischer Beziehung, der einer unterirdischen Strecke weit nach, und so vereinigen sich alle Umstände, der letzteren Einrichtung einen entschiedenen Vorzug zu geben, weshalb dann auch der Plan unter Annahme derselben weiter bearbeitet worden ist. Nach dem speciellen Projekte enthält der Tunnel nur eine Länge von 320 Ruthen und wird durch denselben die Uebersteigung einer Höhe von 254,23 Fuß erspart, so daß für die Ruhrstrecke noch 430, für die Wupperstrecke 222,16 Fuß zu ersteigen übrig bleiben.

So viel nun hiermit auch gewonnen ist, so sieht man doch, daß die Ansteigung von der Ruhr fast noch doppelt so stark ist, als von der Wupper, und diese Strecke. Daher noch wichtiger Verbesserungen bedarf, um gleich günstige Neigungsverhältnisse darzubieten.

Daß eine Verminderung der zu überschreitenden Höhe nicht weiter möglich ist, fällt in die Augen, und so muß man sich darauf beschränken, die relative Ansteigung zu vermindern, was aber nicht anders, als durch eine Verlängerung der Bahnlinie geschehen kann. Die aus dem obern Ruhrthale sich steil erhebenden Bergabhänge und die darin eingeschnittenen langen und stark abfallenden Seitenthäler, welche einer Ausbreitung der Linie völlig widerstreben, würden aber auch die Anwendung dieses Mittels unausführbar machen, wenn nicht das bei Herdecke ausmündende Thal der vereinigten Ennepe und Volme, welches in dem Verhältniß von 1 zu 200 ansteigt, eine Gelegenheit dazu verschaffte. Um dieses einzige, zur Aufnahme der Bahn geeignete Seitenthal zu erreichen, muß dieselbe zunächst im Ruhrthale aufwärts geführt werden, was bei dem günstigen Gefälle desselben von $^1/_{1000}$ ohne Schwierigkeiten ist, während der Umweg, welchen sie dieserhalb zu machen gezwungen wird, abgesehen von den andern früher erwähnten Vortheilen, welche diese Richtung gewährt, gerade die Verlängerung bildet, welche der Bahn zur Erlangung günstiger Steigung durch-

aus unentbehrlich ist. Dessenungeachtet kann das Gefälle nicht ganz gleichmäßig vertheilt werden, weil das Ruhrthal eine viel geringere Ansteigung besitzt als das der Ennepe, und dieses wieder weit weniger fällt als das Kronenthal, welches zur nördlichen Mündung der unterirdischen Strecke führt.

Dieses natürliche Steigungsverhältniß der Seiten- zu den Hauptthälern, läßt sich durch die Kunst nicht ändern, es muß daher der Charakter des Terrains, insofern auf den der Bahn übergehen, daß die dem Scheitelpunkte näher liegenden Strecken eine stärkere Steigung erhalten, als die entfernteren. Nur mit bedeutenden Beschränkungen bleibt einiger Spielraum zur Ausgleichung der günstigen mit den ungünstigen Ansteigungen übrig, und derselbe hat in dem vorliegenden Falle um so eifriger benutzt werden müssen, da das Kronenthal, welches in das der Ennepe mündet, in dem Verhältniß von 1 zu 55 ansteigt, mithin viel zu stark für eine Eisenbahn. Um derselben auch hier das angenommene Maximum der Ansteigung von $^1/_{100}$ geben zu können, ist ein Theil des günstigeren Gefälles im Ennepethal aufgeopfert worden, indem die Linie in einer angemessenen Höhenlage am Thalabhange solchergestalt entlang geführt ist, daß sie eine geringere Neigung als das Kronenthal, und eine stärkere als das Ennepethal erhält, die Sohle desselben aber erst in der Nähe vom Hause Vogelsang erreicht.

Auch auf dem der Wupper zugekehrten Abhange erhält die, dem Scheitelpunkt zunächst liegende, Bahnstrecke das stärkste Gefälle von $^1/_{102}$, welches aber dem obern Schwelmethale, in welchem sie liegt, eigenthümlich ist und nicht auf Kosten der weiter unten liegenden günstigeren Gefälle erkauft wird. Im Wupperthale ergeben sich um so vortheilhaftere Steigungen, als die Bahn daselbst nicht in gleichem Verhältniß mit der Sohle fällt. Dieselbe muß nämlich bei Elberfeld in einer solchen Höhe gehalten werden, daß ihre Fortsetzung nicht durch das engbebauete Island gänzlich verhindert, oder durch den Wegbruch vieler Häuser und Anlagen ausgedehnter Uferbauwerke übermäßig vertheuert, außer-

dem aber störend für den öffentlichen Verkehr und die Abführung der hohen Fluthen wird, was zu Beschwerden und Einsprüchen gegründete Veranlassung geben würde. Bei diesem, in Bezug auf die Neigungsverhältnisse der Bahn allgemein angedeuteten Zuge wäre es nun zwar möglich, dieselbe so anzulegen, daß Zwischengefälle und Ausgleichungsarbeiten zur Unterdrückung derselben nicht vorkommen können, bei einer solchen Annahme müßte indessen die Bahn jeder einzelnen Einbiegung der Thalwände folgen und jeden Vorsprung derselben umgehen. Damit würde sie aber nicht nur unnützer Weise verlängert, sondern die Verfolgung aller Thalkrümmen bedingte in den meisten Fällen Bögen von so geringem Halbmesser, daß ihr häufiges vielleicht ununterbrochenes Vorkommen von dem nachtheiligsten Einfluß auf den Effekt der Bahn werden müßte. Diese Umstände sind dann auch bei Ausstekkung der Linie berücksichtigt, so daß kaum $^1/_4$ ihrer ganzen Länge aus Bögen besteht, deren Halbmesser so groß sind, daß ihr Einfluß auf die Förderung kaum oder gar nicht bemerklich seyn wird. Die durch eine derartige Disposition noch nothwendig werdenden Ausgleichungsarbeiten sind aber noch durch den Umstand vermehrt, daß der Bedingung, die Bahn durchweg über den höchsten Fluthwasserstand zu legen, überall auf das Vollständigste entsprochen worden ist. Die wichtigern Ausgleichungsarbeiten bestehen in Durchschüttung der seitwärts in das Ennepethal einmündenden Thäler und Schluchten, in Abtragung von zu stark vorspringenden Köpfen, dem Durchstich der Vorhalle zur Ersparung eines 500 Ruthen langen Umweges bei Umgehung des Kassenberges, und ausgedehnten Dammschüttungen auf der, der Inundation ausgesetzten Sohle der Ruhr und des Wupperthales. So ist durch vereinigte Anwendung aller der Mittel, welche zur Ermäßigung starker Ansteigungen beitragen können, eine Eisenbahnlinie entworfen, welche in Bezug auf günstige Neigungsverhältnisse zwar manches zu wünschen übrig läßt, nichts destoweniger aber doch die

günſtigſte ſeyn dürfte, welche zwiſchen der obern Ruhr und der Wupper aufzufinden iſt.

Anhang IV.

Zuſammenſtellung
der beſten, bis jetzt über Eiſenbahnen erſchienenen Werke.

Dieſe am Schluſſe unſeres Werkes folgende Ueberſicht der bis jetzt erſchienenen, vorzüglichſten ſelbſtſtändigen Werke über Eiſenbahnen, ſo wie einiger vorzüglicher Aufſätze und eine Angabe der Journale, in denen Abhandlungen über Eiſenbahnen und deren Theile, ſo wie über Dampfwagen, enthalten ſind, dürfte von großem Intereſſe für unſere Leſer und für das Werk unerläßlich ſeyn. Auf Vollſtändigkeit kann ſie keinen Anſpruch machen, da wir die Menge Schriften geringern Werthes, die ſeit mehreren Jahren über den Gegenſtand erſchienen ſind, übergangen haben. — Wir legen bei dieſer Zuſammenſtellung eine „Literatur der Eiſenbahnen zu Grunde, welche dem trefflichen „Bericht über die Eiſenbahn von Brüſſel nach Mecheln" vom Prof. Plieninger zu Stuttgart (daſ. 1836) angehängt worden iſt.

I. Allgemeine Schriften.

Th. Tredgold, a practical treatise on railroads and carriages, schewing the principles of estimating their strenght, proportions, expense and the conditions, which render, them effective, economical and durables, with the theory, effect and expense of steam-carriages, stationary engines and gas-machines, 8. 4 pl. London 1835 (10 Sh. h den.) 2 d Edition. London 1855. (8 Sh.)

Dieſe noch jetzt als ein Hauptwerk betrachtete, ſehr umfaſſende Schrift, verbreitet ſich eben ſo wohl über die tech-

niſchen, als auch ökonomiſchen Details, welche bei Anlage einer Eiſenbahn in Betracht kommen; ſie wurde bald nach ihrem Erſcheinen ins Franzöſiſche überſetzt.

Traite pratique sur les chemins en fer et sur les voitures, destinées à les parcourer; par M. *Tredgold.* Fraduction française par *Duverne.* 8. 4 pl. Paris 1826, (5 Fr.)

Nicholas Wood, a practical treatise on railroads and interior communication in general; with the performances of various engines, numerous experiments, Tables etc. 8. London 1825 zweite Auflage. Daſ. 1832 (18 Sh.)

Eine dritte Auflage iſt unter der Preſſe. Dieſes Werk iſt ohnſtreitig des wichtigſten über das Techniſche der Eiſenbahnanlagen; es wurde gleichfalls ins Franzöſiſche überſetzt:

Nich. Wood, traitè pratique des chemins de fer, traduit de L'Anglais sur la 2me édition, avec des nobes et additions par M M de *Montricher* C. de *Franqueville*, et H. de *Ruollz.* 4. 14 pl. Paris 1834, 318 Seiten und 14 Kupfertafeln in quer Fol. (15 Fr.)

Thomas Grahame, A letter to Nicholas Wood etc. London 1831. (1 Sh.)

Iſt eine Erwiederung auf die, von Wood aufgeſtellte, Vergleichung zwiſchen den Leiſtungen einer Eiſenbahn und eines Kanals.

Reports on Canals, Railways, Roads and other subjects, made tho the Pensylvania-Society for the promotion of internal improvement, by Wm. *Struckland.* 71 pl. Philadelphia 1826. (3 L. 16½ Sh.)

Der Verfaſſer wurde von der penſylvaniſchen Geſellſchaft nach England zur Unterſuchung und zum Berichte über die dortigen Fortſchritte in techniſchen Dingen abgeordnet. Er giebt demzufolge in dieſer Schrift namentlich auch genaue Nachrichten über die damaligen Eiſenbahnanlagen nnd Dampfwagen in England, mit vortrefflichen Zeichnungen.

Es ſcheint, daß dieſes Werk eine zweite Auflage oder einen Nachdruck zu London 1832 erfahren habe.

Jos. Briestley, historical account on navigable floods, canals and rail-ways. London 1831.

Enthält das Hiſtoriſche der allgemeinen Ausbildung dieſer verſchiedenen Communicationswege.

Observations on a general Iron-rail-way, with a geographical map of the plans, shewing ist great superiority, by the general introduction of mechanic power, over all the present methods of conveyance by Turnpike-roads and canals. 8. London 1822 (6 Sh. 6 den.)

Thomas Gray, observations on a general Iron-rail-way, or Land-steam-conveyance. 5 Edit. 8. London 1825. (8 Sh. 6 den.)

Erſte Ausgabe daſelbſt 1823; empfiehlt die Anwendung der Locomotiven auf den Eiſenbahnen.

Dieſe beiden Schriften verbreiten ſich im Allgemeinen über Eiſenbahnanlagen im Großen für Waaren- und Perſonentransport, mit Hervorhebung ihrer Vortheile und Berückſichtigung der techniſchen Einrichtungen derſelben.

Emil Béres, élémens d'une nouvelle législation des chemins vicinaux, grandes routes, chemins de fer, rivières et canaux. 8. Paris 1833.

Eine Schrift welche zunächſt die bei den Communicationswegen überhaupt und ſomit auch bei den Eiſenbahnanlagen nothwendigen, legislativen und polizeilichen Geſichtspunkte feſthält.

Description of a Railway on a new principle, with, observations on those hitherto constructed, and a table, shewing in use, also an illustration of a newly obserwed fact relating to the friction of axes, and a description of an improved Dynamometer for ascertaining the resistance of floating vessels and carriages moving on roads and rail-ways. By Henry *Palmer*. with plates. 2 Edit. 4. London 1826.

A. treatice on Rail-ways improvements, explanatory of the chief difficulties and inconveniences, which at present attend the general adoption of rail-ways, and the means,

by which these objections may be overcome, as proved by a series of interesting experiments etc. by Rich. *Badnall.* London 1833.

Die Verſuche Badnall's mit ſeinem ſogenannten undulirenden oder wellenförmigen Eiſenbahnſyſteme, welche derſelbe zwar unter vielfachem Widerſpruche, doch wie es ſcheint nicht unglücklich bei der Liverpooler-Eiſenbahn ausgeführt hat, ſind hier nebſt dieſem Syſteme ſelbſt beſchrieben und entwickelt.

Rob. *Stephenson* and Jos. *Locke* observations on the comparative merits of locomotive and fixed engines, as applied to rail-ways Liverpool 1830.

Die durch den Bau der Liverpooler-Bahn und namentlich durch den Bau von Dampfmaſchinen überhaupt und der, auf der Liverpooler-Bahn angewendeten, Locomotiven, berühmt gewordenen Verfaſſer, behandeln in dieſer Schrift einen Gegenſtand, welcher bei Anlage einer Eiſenbahn von großer Wichtigkeit iſt, nämlich die Vergleichung der Effecte ſtehender Dampfmaſchinen, wodurch die Laſten auf Anhöhen heraufgezogen werden ſollen, mit den Leiſtungen der Dampfwagen oder Locomotiven.

Walker et *Rastrick*, on the comparative merits of Locomotives and fixed engines. Paris 1831.

Die Verfaſſer dieſer Flugſchrift vertheidigen die ſtehenden Dampfmaſchinen auf undulirenden Bahnen, während Stephenſon den Locomotiven das Wort redet.

Bei den, dem Bau der Liverpooler-Bahn vorausgegangenen Unterſuchungen hatte ſich nämlich ein Streit über den Werth der Locomotiven und der ſtehenden Dampfmaſchinen erhoben, welcher in dieſen beiderlei Schriften gleichfalls ventilirt iſt, ſich jedoch endlich für die Locomotiven entſchied.

Minard, leçons faites sur les chemins en fer à l'école des ponts et chaussées-en 1833—34. 4. 84 S. Mit lithogr. Tafeln. Paris 1834 (7 Fr.)

Ueberſetzt in Crelles Journal für Baukunſt. Bd. IX. S. 101. ꝛc.

Dieſe Vorleſungen ſind, obgleich zunächſt für den Zweck des Unterrichts in der angeführten Lehranſtalt zu Paris berechnet, dennoch für den Techniker in ſo fern wichtig, als darin die neueſten Fortſchritte kurz zuſammengeſtellt ſind. Eben dieß iſt der Fall mit

Instruction sur les routes, sur les chemins en fer, sur les canaux et les rivières, suivie de notes sur les transports et sur les principaux canaux d L'Europe, à l'usage de l'école d'application du corps royal d'état major. 8. 84 S. 2 pl. Paris 1827. (2 Fr. 25 Cent.)

und namentlich mit der ſpäteren Ausgabe:

Instruction sur les routes etc. à l'usage de l'école d'application du corps royal d'état major. Paris 1834.

Schriften welche ſich eben ſowohl über das Allgemeine der Transportwege überhaupt, als auch über die techniſchen Momente bei der Anlage derſelben verbreiten, und außerdem noch ſtatiſche und techniſche Notizen über die Hauptſächlichſten Kanalanlagen in Europa mittheilen.

L. Coste et *Perdonnet*, memoire sur les chemins à ornières. 8. 2 pl. Paris 1830.

Dieſe Schrift iſt eine zwar allgemeiner gehaltene, jedoch auch in techniſcher Hinſicht ſehr belehrende Abhandlung über die Eiſenbahnen, gegründet auf eigene Unterſuchung der in England ausgeführten.

M. J. *Cordier*, considerations sur les chemins de fer. 8. 3 pl. Paris 1830.

Dieſe Schrift enthält allgemeine Reflexionen über Nutzen der Eiſenbahnen und zugleich techniſche Nachweiſungen über ihre Anlagen.

Eben ſo finden ſich auch in den folgenden Schriften deſſelben Verfaſſers Nachweiſungen über die Eiſenbahnen.

M. J. *Cordier*, essais sur la construction de routes, des ponts suspendus, des barrages, etc. 8. 22 Kupfertaf. Paris 1823.

Wo in Artikel 8 die damals bekannten Einrichtungen der Eiſenbahnen und der Locomotiven angegeben ſind.

M. J. *Cordier*, essais sur la construction des routes, des canaux, et la législation de travaux publics 2 Tom. 8. Paris 1828.

Ein geschätztes Werk, welches zugleich auf den legislativen, bei der Anlage der öffentlichen Communicationswege festzuhaltenden Gesichtspunkt behandelt.

Chemins de fer. Courbes à tres petits rayons (Système Laignel) 8. 5½ Bog. 1 Kupftaf. Paris 1836.

Diese Schrift hat die Aufgabe zum Gegenstand, kleinere Krümmungshalbmesser, als die bisher für die Krümmung der Eisenbahnen für möglich gehaltenen, einzuführen, eine Aufgabe, welche nothwendig zugleich auf den Bau der Wagen von Einfluß ist. Laignel will nämlich für größere Krümmungen die Wagen mittelst der Spurkränze auf flachen Schienen und nicht mittelst der Felgen auf den erhöhten Eisenschienen gehen lassen.

Wm. *Jackson*, a lecture on rail-roads. 8. 32 S. Boston 1829.

Enthält das Allgemeine über Eisenbahnen.

Franz Jos. Ritter von Gerstner, Handbuch der Mechanik herausgegeben von Fr. Ant. Ritter v. Gerstner. 3 Bde. mit Atlas von 109 Kpftfl. 4. Prag 1833. (24 Rthlr.)

Dieses treffliche Werk giebt im ersten Bande genaue, auf eigene Ansicht der englischen Eisenbahnen gegründete, Details über die Eisenbahnen.

Franz Ant. Ritter v. Gerstner, zwei Abhandlungen über Frachtwagen und Straßen und über die Frage, ob und in welchen Fällen der Bau schiffbarer Kanäle, Eisenwege oder gemachter Straßen vorzuziehen sey? Nach einer Untersuchung ob die Moldau mit der Donau durch einen Schifffahrtskanal zu verbinden sey, aufgesetzt. 2 Kupftfl. gr. 8. Prag. 1813. (2 Rthlr.)

Diese schätzbare Schrift hat, wie es der Titel sagt, die relative Anwendbarkeit der Eisenbahnen zum Gegenstande. Sie ist auch in französischer Bearbeitung erschienen, mit Anmerkungen und Zusätzen versehen, welche dieser Uebersetzung einen Werth weiter verleihen.

Memoire sur les grandes routes, les chemins de fer et les canaux de Navigation, traduit de l'allemand de Mr. de Gerstner par M. O. *Terquem*, précédé d'une introduction par P. S. *Girard*. 8. Paris 1827. (6 Fr. 50 C.)

Joseph v. Baader, neues System der fortschaffenden Mechanik, oder vollständige Beschreibung neu erfundener Eisenbahnen und Wagen mit verschiedenen anderen neuen Vorrichtungen, mittelst welcher der innere Transport aller Waaren und Produkte fast überall so gut, und mit weit geringern Kosten und Schwierigkeiten, als durch schiffbare Kanäle befördert und erleichtert werden kann. 16 Kpfr. in gr. Folio. München 1822. (36 Rthlr. 16 gr.)

Dieses umfassende Werk giebt genaue Beschreibungen der englischen Eisenbahnen nach ihrer damals angenommenen Einrichtung, so wie der damals angewendeten Transportvorrichtungen, auch verbreitet es sich zunächst über die Leistungen der Eisenbahnen überhaupt und der vom Verfasser vorgeschlagenen Einrichtung derselben insbesondere, in Vergleich mit den Kanälen. Letzteres ist auch der Fall mit den folgenden kleineren Schriften desselben Verfassers, worin er seine vorgeschlagene Einrichtung mehr oder weniger ausführlich entwickelt.

Joseph v. Baader, ein neues System der fortschaffenden Mechanik. gr. 8. München 1817. (8 gr.)

Joseph v. Baader, über die neuesten Verbesserungen und die allgemeinere Einführung der Eisenbahnen. 8. München 1825. (3 gr.)

Joseph v. Baader, über die Methode einer verbesserten Bauart der Eisenbahnen und Wagen, welche an einer, auf allerhöchsten Befehl zu Nymphenburg ausgeführten Vorrichtung durch wiederholte öffentliche Versuche sich bewährt haben. Gelesen am 25. August 1826 in der Kgl. Akademie der Wissenschaften. München 1826. (16 gr.)

Joseph v. Baader, über die Vorzüge einer verbesserten Bauart von Eisenbahnen vor den schiffbaren Kanälen, mit besonderer Beziehung auf die vorgeschlagene Verbindung der Donau mit dem Rhein. 8. München. Lentner 1828.

Die in dem „neuen Systeme der fortschaffenden Mechanik" ausgeführte Hauptidee Baader's ist nämlich die in England theilweise auch angewendete Vorrichtung, um die zu einer bestimmten Höhe auf einer schiefen Fläche zu hebenden Lasten mit den, abwärts gehenden Lasten in Verbindung zu bringen, so daß sich letztere gegen erstere kompensiren; sodann auf den Gipfel der, in bestimmten Distancen auf einer Eisen-Bahn befindlichen Anhöhen, stehende Dampfmaschinen anzubringen, welche die Lastwagen auf die Höhe bringen sollen, von welcher sie sodann je bis zur nächsten, stehenden Dampfmaschine auf leicht geneigten Strecken fortlaufen würden.

Joseph v. Baader, über die Einführung der Kunststraßen (Eisenbahnen) in Deutschland. Lpzg. 1836. ($1\frac{1}{2}$ Bog. 5 gr.)

C. A. Henschel, neue Construction der Eisenbahnen und Anwendung comprimirter Luft zu Bewegung der Fuhrwerke. 2 Steintfln. gr. 4. Cassel 1833. (1 Thlr.)

Das hier besprochene Project, die comprimirte Luft dem Dampfe zu substituiren, ist bis jetzt noch nicht geglückt.

C. H. Henschel, Vorschlag zu Anwendung eines eisernen Seilzuges auf Eisenbahnen, als Fortsetzung der Abhandlung über Construction der Eisenbahnen mit Anwendung comprimirter Luft. 4. Cassel 1833.

Diese Schrift empfiehlt die eisernen Drathseile für die Hebung der Wagen durch stehende Dampfmaschinen.

L. P. Albert. Verzeichniß von 141 Eisenbahnen, welche in England, Frankreich, Holland, Belgien, Deutschland und Nordamerika theils erbaut, theils im Bau begriffen oder zur Ausführung bestimmt sind, mit Angabe ihrer Länge Gefälle, Bauart, Baukosten, Bewegungsmittel, der Bahnzölle und des Ertrags, tabellarisch zusammengestellt. Ulm 1836. Quer Fol.

Diese Schrift ist eine tabellarische Zusammenstellung der, auf dem Titel angegebenen Notizen über die, bis jetzt bekannt gewordenen, ausgeführten oder projectirten Eisenbahnen, und für den Zweck einer Uebersicht recht brauchbar, jedoch nicht vollständig genug.

Sammlung der von 1776 bis 1836 in Betreff der Eisenbahnen und Schienenwege in Amerika, England, Frankreich und Deutschland gemachten Verbesserungen, Beobachtungen und Vorschläge. 8. 1 Steintfl. VIII und 224 S. Nürnberg, Leuchs & Comp. 1836.

Diese Schrift würde unstreitig ein noch brauchbareres Repertorium der Fortschritte im Bau der Eisenbahnen seyn, als sie wirklich ist, wenn die Quellen der mitgetheilten Notizen genau angeführt worden wären.

Die technologische Encyclopädie von Prechtl. Band V. S. 45 fg. Giebt in dem Artikel Eisenbahn eine zwar kurze, jedoch vortreffliche und belehrende Abhandlung mit Angabe des Wissenswürdigsten, was bis zur Zeit der Erscheinung des Werks von Erfahrungen, Resultaten und Verbesserungen in der Anlage der Eisenbahnen und der darauf angewandten Bewegungskräfte und Vorrichtungen bekannt geworden war.

Ueber die Schienenwege in England, Bemerkungen, gesammelt auf einer Reise in den Jahren 1826 und 1827 von den Ober-Bergamts-Assessoren. C. von Oeynhausen und H. v. Dechen.

In Karsten's Archiv für den Bergbau Bd. XIX. H. 1. S. 3. fg. und in den Verhandlungen des preußischen Gewerbevereins. Jahrg. 8. S. 40 fg. Auch besonders abgedruckt. Berlin, Reimer 1829.

Diese Abhandlung ist ein umfassender, gründlicher und detaillirter Bericht über die damals in England ausgeführten Eisenbahnen zu Förderung von Bergwerksprodukten, und die damals noch in der Ausführung begriffene Liverpool-Bahn. Die hier mitgetheilten Nachrichten über Einrichtung, Anlage, Bau, Unterhaltungskosten und Leistungen der von den Verfassern untersuchten Etablissements, sichern der Schrift einen bleibenden Werth.

Ed. Biot, Manuel des chemins de fer. 18. Paris 1834. (3 Fr.)

Dieses sehr brauchbare Schriftchen macht einen Theil der in Paris seit einer Reihe von Jahren erscheinenden Samm-

lung von Handbücher über alle Zweige des Wissens und der technischen Praxis aus. Es ist der nachfolgenden deutschen Bearbeitung zu Grunde gelegt.

Ueber die Anlegung und Ausführung aller Arten von Eisenbahnen nach den Grundsätzen der Mechanik und den Ergebnissen der Erfahrung, welche bis auf die neueste Zeit in England, Amerika, Frankreich und Deutschland bei dem Bau der eisernen Schienenwege gesammelt worden sind, nebst ausführlichen Kostenberechnungen, nach dem Französischen des Herrn Ed. Biot, mit Benutzung der besten und neuesten einschlägigen englischen und deutschen Literatur; herausgegeben von Dr. Chr. Heinr. Schmidt. 9 Steintfln. XVIII und 291 S. 8. Weimar und Ilmenau 1835. (1 Thlr. 8 gr.)

Auch unter dem Titel:

Neuer Schauplatz der Künste und Handwerker 76 Band.

Diese deutsche Bearbeitung der Biotschen Schrift hat den, vom Herausgeber ausgesprochenen Zweck, eine faßliche Belehrung für diejenigen darzubieten, welche sich bei der Anlegung von Eisenbahnen interessiren wollen, so wie für die Straßenbaumeister und Bau-Conducteurs, also eben so wohl für die Gebildeteren unter dem großen Publikum, als auch für solche Techniker, welche sich nicht gerade dem höhern Fache der Civil-Ingenieurs beizählen; ein Zweck, welchen die Schrift ohne Anstand zu erreichen geeignet ist.

A. L. Crelle. Einiges allgemein Verständliche, über Eisenbahnen, insbesondere als Privatunternehmungen, für alle diejenigen, welche sich dafür interessiren, und besonders für diejenigen, so als Actionairs daran Theil zu nehmen geneigt sind. Berlin 1835.

Eisenbahn-Journal und National-Magazin für die Fortschritte im Handel, Gewerbe und Ackerbau, für National-Unternehmungen und öffentliche Anstalten, für statische Nachrichten und neue Entdeckungen jeder Art, und für interessante Erscheinungen in der Literatur und Praxis der National-Oeconomie überhaupt. Herausgegeben v. Fr. List.

1. Jahrg. 1835. 20 Bog. mit Holzſchnitten. gr. 8. Altona, Hammerich (1 Thlr. 8 gr.) 2. Jahrgang 1836.

Ein Journal, das wie der Titel beſagt, ſich auch auf andere Gegenſtände verbreitet, und die Beſtimmung hat, die Vortheile der Eiſenbahnen für Deutſchland im Allgemeinen ans Licht zu ſtellen, und über einzelne projectirte oder ausgeführte Eiſenbahnen Nachricht zu geben.

J. W. Schmitz, Grundlage eines allgemeinen Creditvereins für Anlegung von Eiſenbahnen. 8. Leipzig 1833. (6 gr.)

J. W. Schmitz, Abhandlung über Eiſenbahnen und Dampftransporte, hinſichtlich des Nutzens, der Ausführbarkeit und der Schwierigkeiten dieſer Unternehmungen, nebſt einer Druckſchrift an den hohen Bundestag über eine deutſche Eiſenbahn- und Dampfwagen-Verbindung in Uebereinſtimmung mit dem deutſchen Zollverbande. gr. 12. 7 Bog. Leipzig 1834. (12 gr.)

Die Tendenz dieſer Schrift giebt ſchon der Titel an.

Kurze Abhandlung über Eiſenbahn-Unternehmungen. Marburg, Garthe 1834. (6 gr.)

H. Fairbaire, treatise on the political economy of rail-roads. 8. London 1836. (8 Sh. 6 den.)

Dieſe Schrift hat die ſtaatsöconomiſchen Momente der Eiſenbahnanlagen ſpeciell im Auge.

On the Means of comparing the respective advantages of different Lines of Railway, and on the Use of locomotive Engines Franstated from the French of *N. Navier*, Ingenieur en chef des Ponts et Chaussées, Paris. By *John Macneil*, Civil Engineer etc. London 1836. (6 Sh.)

Allgemeine Belehrungen über Eiſenbahnen und Schienenwege in populär-faßlicher Darſtellung von einem Techniker. Mit 3 Kupftfln. Mainz 1836. (12 gr.)

II. Schriften über einzelne Eiſenbahnen.

Henry *Booth*, an account on the Liverpool-Manchester Railway. Liverpool 1830.

Eine Flygſchrift, in welcher das Weſentliche über dieſe, damals kurz zuvor zu Stande gekommene, Bahn ſehr gründlich berichtet iſt.

Dieſe Schrift wurde ins Franzöſiſche überſetzt in den annales des ponts et chaussées, welche ſeit 1831 begonnen haben. Ins Deutſche überſetzt findet ſie ſich in dem Journal für die Baukunſt von Crelle. Bd. 6. S. 178.

History and description of the Liverpool and Manchester Rail-way. Liverpool 1832. 8.

Ch. Sylvestre, report on rail-roads and Locomotive-Engines, a dressed to the comittée of the rail-road between Liverpool and Manchester. 8. 39 S. London et Liverpool 1827.

A. *Andelle*, considération sur l'essor à donner en France aux chemins de fer avantages, qu'ils présentent, suivies des details de depenses et produits du chemin de fer de Liverpool à Manchester depuis son ouverture. Paris 1833.

Giebt neben allgemeinen Betrachtungen, Berichte über Koſten und Einnahme der Liverpooler-Bahn nebſt allgemeinen Nutzanwendungen für Frankreich.

Wiſſenſchaftliche Beſchreibung und maleriſche Anſichten von der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter nach einer an Ort und Stelle angeſtellten Unterſuchung, ſo wie nach Angabe des Baumeiſters Stephenſon und den, aus den Werken des letzteren, des Herrn Wood und anderen entlehnten Materialien, dargeſtellt vom Baumeiſter P. Moreau und geordnet von Auguſte Notré. Mit 1 Karte und 5 Steintfln. 4. Weimar 1832. (1 Thlr. 6 gr.)

Iſt ein ziemlich verſtändlicher, jedoch mehr für das größere Publikum berechneter Bericht, ſo wie auch die folgende Schrift.

Das größte Wunderwerk unſerer Zeit, oder die Eiſenbahn für Dampfwagen zwiſchen Liverpool und Mancheſter in England. 13 Kpft. Querfol. Nürnb. 1832. (1 Thlr. 12 gr.)

Memoire sur les chemin de fer de St. Etienne à Lyon, par St. Chamond, Rive-de-Gier et Givors. 4. 28 S. 1 lithogr. Plan. Paris 1826. (3 Fr.)

Memoire de l'inspecteur Viſquain,
mit gegenüber ſtehender
Replique des Ingenieurs (Simons et de Ridder) Bruxelles le 1 Sept. 1833. 4.

Hiermit im Zuſammenhange ſteht:

Memoire sur l'établissement d'un chemin de fer de Malines à Ostende comme embranchement de la grande route commerciale d'Anvers et des Bruxelles au Rhin, redigé en exécution des ordres de Mr. le Ministre de l'interieur par les ingenieurs *Simons* et de *Ridder*. Nov. 1833. 4. avec Charte. 32 S. Bruxelles.

Ueberſetzt in Crelles Journ. für die Baukunſt Bd. 9. S. 33.

Depouhon, de l'etat du commerce en Belgique et de la route en fer d'Anvers à la Prusse. 8. 96 S. Bruxelles 1833.

Dieſe Broſchüre betrachtet das Unternehmen von der merkantiliſchen Seite und gründet darauf Vorſchläge für die Ausführung.

Depouhon, considérations sur le projet de loi relatif aux chemins de fer. 8. XIII und 38 S. Bruxelles 1833.

Verbreitet ſich über den, von der Belgiſchen Regierung über die Anlage von Eiſenbahnen ſeiner Zeit bekannt gemachten Geſetzesentwurf.

Depouhon, du mode d'exécution du système des chemins de fer en Belgique. 8. 36 S.

Hier werden Anſichten und Vorſchläge über die Art der Ausführung des Planes zu einem belgiſchen Eiſenbahnſyſtem, namentlich über die Geldmittel und die Art ihrer Auftreibung, vorgetragen. Auf dieſe Flugſchriften von Depouhon ſind nicht in den eigentlichen Buchhandel gekommen.

Plieninger, kurzer Bericht über die Eiſenbahn von Brüſſel nach Mecheln, nebſt allgemeinen Bemerkungen über Eiſenbahnanlagen überhaupt und einer geordneten Zuſammenſtellung der bisherigen Literatur über Eiſenbahnen, Dampfwagen und Dampfmaſchinen. Mit 1 Steintafel. Stuttgart 1836.

Zur Eiſenbahn von Cöln nach Antwerpen. gr. 8. Cöln. Schmitz 1833. (8 gr.)

Enthält allgemeine Raisonnements über das, seit mehreren Jahren gefaßte, jedoch noch nicht zur Ausführung gekommene Project einer Verbindung der Schelde mit dem Rhein von Antwerpen nach Cöln. Eben so

L. Henz. Denkschrift zur Begründung des Projectes der Erbauung einer Eisenbahn zwischen Cöln und Eupen als deutsche Hälfte der Bahn von Cöln nach Antwerpen (Auszug der speciellen Bearbeitung des Plans) mit 1 Karte. Quer 4. VI und 117 S. Leipzig 1835. (16 gr.)

Diese von dem Comité der Cölner-Bahn zum Druck beförderte Denkschrift enthält sehr schätzbare, technische Nachweisungen, so wie auch Berechnungen über Aufwand und wahrscheinlichen Ertrag der fraglichen Bahn.

Fr. Harkort, die Eisenbahn von Minden nach Cöln. Mit 1 Karte. 7 Steintfln. gr. 8. 5 Bog. Cöln, Hagen 1833. (1 Thlr.)

Diese Schrift enthält das Project einer Verlängerung der Cöllner-Eisenbahn nach der deutschen Seite.

L. Henz. Bericht über Project und Vorarbeiten zu der Anlage einer Eisenbahn von Elberfeld über Hagen nach Wittwen. Mit 1 Karte. 4. Elberfeld 1936. ($1\frac{1}{2}$ Thlr.)

Plan der ersten österreichischen Eisenbahn zwischen Budweis und dem Scheidungspunkte des Gebirges zwischen der Moldau und Donau. Groß Landkartenformat. Wien (1 Thlr. 16 gr.)

Franz Ant. v. Gerstner, über die Vortheile der Anlage einer Eisenbahn zwischen der Moldau und der Donau. gr. 8. Wien 1835. (18 gr.)

F. A. v. Gerstner, Bericht an die Actionaire über den Stand der Kgl. priv. Eisenbahn-Unternehmung zwischen der Moldau und der Donau. Wien 1827.

F. A. v. Gerstner, über die Vortheile der Unternehmung einer Eisenbahn zwischen der Moldau und der Donau. Febr. 1829. 4. Wien 1829. (12 gr.)

Bericht über den Stand der Eisenbahn-Unternehmung zwischen Budweis und Mauthausen, erstattet von der Direction der Königl. privil. ersten Eisenbahn-Gesellschaft. Wien 30. Januar 1829.

Das Project der Wiener-Bochnia-Eisenbahn in technischer kommerzieller und finanzieller Hinsicht betrachtet. Mit 1 Uebersichtskarte. 4. Wien 1836. (8 gr.)

Ueber die seit Decbr. 1835 eröffnete Bahn von Nürnberg nach Fürth sind zerstreute Notizen in öffentlichen Blättern vielfältig vorhanden. Außerdem erschienen folgende Denkschriften.

Erwiederung auf die Einladung zu Gründung einer Gesellschaft für die Errichtung einer Eisenbahn mit Dampfschifffarth zwischen Nürnb. und Fürth. 8. Nürnb. 1833. (2 gr.)

M. B. Wellmer, Bericht an die Herren Actionaire und das Publikum über die Ludwigs-Eisenbahn-Angelegenheit. 8. 56 S. Nürnberg. (4 gr.)

Statuten der Ludwigs-Eisenbahn-Gesellschaft zu Nürnberg (vom 18 Nov. 1833) 4. 10 S.

Deutschlands erste Eisenbahn mit Dampfkraft, oder Verhandlungen der Ludwigs-Eisenbahn-Gesellschaft in Nürnberg von ihrer Entstehung bis zur Vollendung der Bahn, mit Darlegung des Erfolges ihres Betriebes in den ersten drei Monaten, und mit drei Blättern lithogr. Zeichnungen der Bahn und ihrer Bestandtheile, von Johannes Scharrer, Mitglied und Referenten des Directoriums. 4. VI und 108 S. 4 S. Beil. Nürnberg 1836. (1 Thlr.)

Enthält die sämmtlichen Actenstücke über diese Angelegenheit.

Stephensons Locomotive auf der Ludwigs-Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth in ihrer Ruhe und Thätigkeit dargestellt von G. Rebenstein. 8. 2 Steintafeln. 40 S. Nürnberg 1836.

Die schwebende Eisenbahn bei Posen und Project zu einer allgemeinen Eisenbahn durch den preußischen Staat, von M. v. Prittwitz. 8. 84 S. Posen 1834. (12 gr.)

Diese Broschüre giebt Nachricht von einer 1800 Schritte langen, zu Posen für den Transport von Ziegeln aus einer Ziegelei bis zum Fluß errichteten, sehr einfachen Palmerschen Bahn mit einer Schiene, und macht Vorschläge zu Einführung dieser Art von Bahn durch ganz Preußen. Die auch über anderweitige, projectirte und ausgeführte Bahnen ge-

gebenen Notizen sind schätzenswerth. Siehe S. 345 dieses Werks.

L. Newhouse, Vorschlag zu Herstellung einer Eisenbahn im Großherzogthume Baden von Mannheim bis Basel und an den Bodensee, als zweckmäßiges Mittel, Landbau, Handel und Gewerbe in Flor zu bringen, den Gütern und Produkten einen größern Werth zu verschaffen, und so den Nationalreichtum zu erhöhen. Mit 2 Abbildungen. gr. 8. Carlsruhe 1833. (1 Thlr.)

Jos. v. Baader, Vorschläge zu einer Eisenbahn zwischen München und Starnberg. München 1832.

Ueber projectirte Eisenbahnen im Königreich Hannover. Juni 1835. gr. 4. 8 S. Hannover 1835. (10 gr.)

Ist eine aus Hannover'schen Blättern abgedruckte Flugschrift.

Zur Eisenbahn von Hannover und Braunschweig nach Hamburg. 46 S. Hamburg (6 gr.)

F. Glünder, kurze Darstellung einer der wichtigsten Verhältnisse bei Eisenbahnen, mit besonderer Beziehung auf solche Anlagen zwischen Hamburg, Bremen und Hannover. gr. 8. 36 S. Mit 1 Tabelle. Hannover 1834. (6 gr.)

Darstellung einiger Verhältnisse in Beziehung auf die Hamburg-Hannöversche Eisenbahn, mit Angabe ihres großen allgemeinen Nutzens und ihrer besonderen Vortheile für das Königreich Hannover. gr. 8. 2½ Bogen mit Tabelle und Karte. Hannover 1835. (8 gr.)

Zur Eisenbahn von Hannover und Braunschweig nach Homburg, oder die Frage; Soll die Eisenbahn durch eine Brücke über die Elbe mit Hamburg in Verbindung gesetzt werden, oder nicht? Von einem Hannoveraner. gr. 8. 3 Bogen. Hamburg 1835. (6 gr.)

Hat blos lokales Interesse. Eben so.

Noch zur Eisenbahn von Hannover und Braunschweig nach Hamburg. II. 1¼ Bog. 8. Daselbst 1836.

Remarks on the proposed Railway from Hamburg to Hannover and Brunswick (v. Taylor) Hamburg 1835.

(Eine Fortsetzung erschien im Frühjahr 1836.)

Asher, einige Bemerkungen über die von Hamburg nach Hannover anzulegende Eisenbahn. 2 Bgn. 8. Hamburg 1835. (6 gr.

Bemerkungen über die von Hannover und Braunschweig nach Hamburg beabsichtigte Eisenbahn. II. Aus dem Englischen daselbst 1835. (12 gr.)

J. W. Schäffer, die Eisenbahn in Churhessen. Bericht des landständischen Ausschusses für Handel und Gewerbe. Nebst zugefügten Noten und zweien Anlagen, enthaltend: 1) Zusammenstellung der bisherigen Schriften über Eisenbahnen; 2) Prospectus und Vorschlag zur Anlage einer großen Continental-Eisenbahn. gr. 8. 5½ Bogen. Cassel 1835. (8 gr.)

Hieraus Nro. 2 besonders abgedruckt.

Prospectus und Vorschlag zu Anlage einer großen Continental-Eisenbahn zu Verbindung der Ost- und Nord-See, der Donau und dem schwarzen Meere. 2 Bgn. Daselbst. (4 gr.)

Hierher gehören auch folgende Schriften, die sächsische Bahn betreffend.

Berichte (sieben) das Eisenbahn-Comité zu Leipzig an das Publikum. gr. 4. Leipzig 1835, 5½ Bgn. Mit einer Karte. (18 gr.)

Dekret, die allerhöchste und höchste Genehmigung der Einrichtung einer Eisenbahn zwischen Leipzig und Dresden (vom 6. Mai 1835), so wie des nachstehenden Entwurfs der Statuten der Leipzig-Dresdener-Eisenbahn-Compagnie betreffend. 8. 34 S.

Sächsisches Expropriationsgesetz, oder die Ableitung des Grundeigenthums bei den im Königreiche Sachsen anzulegenden Eisenbahntracten, nach den darüber erschienenen Gesetzen bearbeitet und mit Hinzufügung rationell-landwirthschaftlicher Erläuterungen, für Beamte, Taxatoren, Grundeigenthümer und alle sonstigen Interessenten systematisch dargestellt von einem Cameralisten. Leipzig 1836. kl. 8. 96 S.

Eine Schrift, welche das sächsische Expropriationsgesetz in Betreff der Eisenbahnprojecte, unter Hinweisung auf die

vorhandenen, älteren, hieher Bezug habenden Geſetze, zum allgemeinen Verſtändniſſe weiter ausgeführt und erläutert.

Gme. Tell. *Poussin*, travaux d'ameliorations intérieurs, projetes et exécutés par le Gouvernement général des Etats unis d'Amérique de 1824 à 1831. Paris.

Von beiden Schriften Pouiſſins wird nächſtens eine deutſche Bearbeitung vom Bauconducteur Lehritter in Regensburg erſcheinen.

Ueber die Eiſenbahnen in den vereinigten Staaten in Nordamerika. Nach des Hrn. Gme. Tell Pouissin Travaux d'améliorations etc. im Auszug mitgetheilt von Herm. J. Lehritter. Mit 1 Taf. Abbild. Regensburg.

The american Rail-road Journal,

welches ſeit 1832 zu Newyork erſcheint und techniſche und erzählende Berichte über die in Amerika projectirten, begonnenen und ausgeführten Eiſenbahnen giebt.

III. Ueber Dampfmaſchinen und Dampfwagen.

Alex. Gordon, historical and practical treatise on demental locomotion by Steam carriages on common roads etc. 8. London 1832. 14 Tafeln.

Iſt auch überſetzt worden.

Alex. Gordon, hiſtoriſche und practiſche Abhandlung über Fortbewegung ohne Thierkraft mittelſt Dampfwagen auf gewöhnlichen Bauſtraßen. Aus dem Engliſchen. 14 Tfln. gr. 8. Weimar 1833. (2 Thlr. 6 gr.)

Aconcise history of Steam carriages of common Turnpike-roads and the progess of their improvement. With a sketch of Sir Charles Dancés Steam-Carriages. London 1833. 8. (1 Sh. 6 den.)

Godesworthey Gurney, observations on steam-carriages on common Turnpike-roads. London 1832.

Mary, notice sur les voitures à vapeur, employées en Angleterre sur les routes ordinaires. 8. Paris 1834.

Des voitures à vapeur, destinées aux transports sur les routes ordinaires, par *Simons* et De *Ridel* 4. 11 S. Dec. 1833. Bruxelles 1834.

Joſ. v. Baader, die Unmöglichkeit, Dampfwagen auf gewöhnlichen Straßen mit Vortheil als allgemeines Transportmittel einzuführen, und die Ungereimtheit aller Projecte, die Eiſenbahnen dadurch entbehrlich zu machen. Nach den bisherigen Erfahrungen durch wiſſenſchaftliche Beleuchtung dargeſtellt. gr. 8. Nürnberg 1825. XVI und 56 S.

Die Eiſenbahn eine faßliche Beſchreibung der Beſtandtheile, Darſtellung des Nutzens und Geſchichte der Eiſenbahnen, nebſt einer Ueberſicht der in Deutſchland projectirten Eiſenbahnen und einigen Nachrichten über die Leipzig-Dresdener-Eiſenbahn. Mit 4 Kupfertafeln. 1 Bogen. Lex. 8. Leipzig 1836. (8 gr.)

Darſtellung einer anzulegenden Eiſenbahn von der königl. preußiſchen Saline Dürrenberg und der ſchiffbaren Saale daſelbſt bis nach Leipzig auf den Waageplatz vor dem Halleſchen Thore. gr. 4. Dresden. (14 gr.)

Proſpectus über die Erbauung einer Eiſenbahn von Saarbrücken bis zur Reinſchanze bei Mannheim. Saarbrücken am 26. Jan. 1836. (½ Bg. 4.)

Fr. A. Ritter v. Gerſtner. Ueber die Vortheile der Anlage einer Eiſenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlosk. St. Petersburg im März 1836.

Report of Massachusets on the practicability and expediency of a rail road from Boston to the Hudson river, and from Boston to Providence. Submitted to the general Court. Jan. 1829. To wich are annexed the reports of the Enginers, containing the resutts of their surveys and estimates of the cost of constructing a rail-road on each of the routes selected. With Plans and profiles of the routes. 8. Boston 1829.

Gm. Tell. *Poussin*, chemins de fer americains historique de leur construction, prix de revient et de produit, mode d'administration adopté, resumé de la legislation, qui les régit; faisant suite aux travaux d'améliorations intérieurs. 4. 36½ Bogen. Mit 7 Kupfer und 1 Karte. Paris 1836.

Giebt eine vollständige Zuſammenſtellung der bis jetzt in Nordamerika ausgeführten Eiſenbahnen nach dem Geſchichtlichen ihrer Ausführung, ihren Koſten und ihrem Ertrage, ihrer Unterhaltung und den auf dieſelben Bezug habenden Geſetzen und Verordnungen. Auch in folgendem Werke deſſelben Verfaſſers finden ſich Nachweiſungen über amerikaniſche Eiſenbahnen.

Alex. Lips, die Unanwendbarkeit der engliſchen Eiſenbahnen auf Deutſchland, und deren Erſatz durch Dampf-Fuhrwerk auf verbeſſerten Chauſſeen, am Anfang einer neuen Aera, welchem das Transportweſen und der Straßenbau und mit dieſen zugleich der Handel in Deutſchland nothwendig entgegengeht. gr. 8. Nürnberg 1833. (10 gr.)

L. Kufahl, theoretiſche und practiſche Abhandlung über die Dampfſchifffahrt ꝛc. Nebſt einem Anhang über Dampfwagen und Förderungsmittel auf gewöhnlichen Kunſtſtraßen. Mit 1 Kupft. gr. 8. Berlin 1833. (18 gr.)

L. Newhouſe, über Chauſſee-Dampfwagen ſtatt Eiſenbahnen mit Dampfwagen in Deutſchland. gr. 8. Mannheim 1835. (3 gr.)

F. M. G. de Pambour, practical treatise on locomotive-Engines upon rail-ways. 8. London 1835. (12 Sh.)

Und die franzöſiſche Bearbeitung.

F. M. *Guigonneau de Pambour*, traité theorique et pratique des machines locomotives. Paris 1835. 8. (7 Fr. 50 Cent.)

Unter dem Titel: Pambour „practiſche Abhandlung über Dampfwagen auf Eiſenbahnen. Aus dem Engliſchen. Mit 4 Kupfertafeln," wird zu Berlin eine deutſche Bearbeitung erſcheinen.

Dieſes Werk umfaßt die bisherigen Fortſchritte im Bau der Locomotiven.

Der Bd. IV. der Prechtl'ſchen technol. Encyklopädie enthält in dem Artikel „Dampfwagen" eine treffliche Arbeit über dieſen Gegenſtand.

Unter den vielen Werken über Dampfmaſchinen im Allgemeinen ſind hauptſächlich wichtig:

Tredgold, the Steam-Engine, comprising an account of its Improvements, principles, best proportions and most prominent applications, with numerous, tables, plates and Woodcuts. 4. London 1827.

Dieſes treffliche Werk wurde 1828 vom Ober-Ingenieur Mellet zu Paris ins Franzöſiſche überſetzt.

Severin, Beiträge zur Kenntniß der Dampfmaſchinen. Bildet den erſten Theil von den Abhandlungen der königl. preuß. Deputation für Gewerbe. Berlin 1829.

Dieſes klaſſiſche in Folio gedruckte Werk iſt von einer großen Anzahl herrlicher Kupfertafeln von wirklich ausgeführten Dampfmaſchinen begleitet.

Bernouilli, Handbuch der Dampfmaſchinen für Techniker und Freunde der Mechanik. Mit 12 Steintafeln. Stuttgart 1833. 29 Bog. 8. ($2^1/_6$ Rthlr.)

Verdam, Grundſätze, nach welchen alle Arten von Dampfmaſchinen zu beurtheilen und zu erbauen ſind. Aus dem Holländiſchen von C. A. Schmidt. 39 Bogen 8. Mit 12 Steintafeln. Weimar 1835. ($2^1/_2$ Thlr.)

Lardner, die Dampfmaſchine, faßlich beſchrieben und erklärt, insbeſondere in ihrer practiſchen Anwendung auf Eiſenbahnen und Dampfſchifffahrt, nebſt Winken über Eiſenbahnanlagen und deren Bedingungen. Nach der 5. Auflage [1]). Aus dem Engliſchen überſetzt. 19 Bog. 8. Mit 5 Steintafeln. Leipzig 1836. (2 Rthlr.)

IV. Unter den deutſchen techniſchen Zeitſchriften enthalten beſonders die folgenden viele und richtige Aufſätze über Eiſenbahnen, Dampfwagen ꝛc.

Dingler's polytechniſches Journal.

Weber's Zeitblatt für Gewerbtreibende.

Karſten's Archiv für Bergbau und Hüttenweſen und die Fortſetzung deſſelben: Archiv für Mineralogie, Geognoſie, Bergbau und Hüttenkunde.

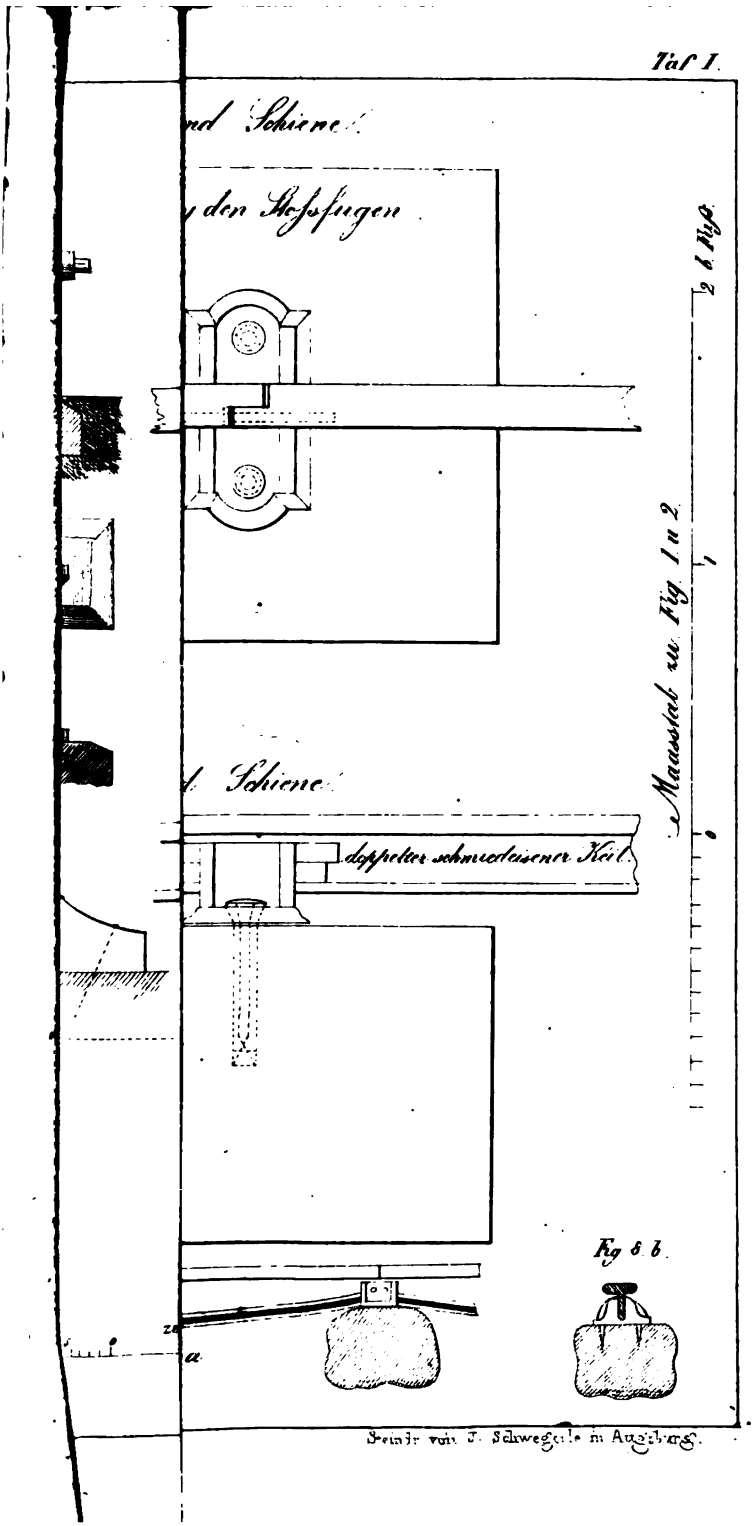
Crelle's Journal für die Baukunſt.

Verhandlungen des Vereins zu Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen.

---

[1]) Von dem Original erſchien im Auguſt 1836 ſchon eine 6te Auflage.

Taf I.



Steindr von J. Schweglerle in Augsburg.

Dieſes treffliche Werk wurde 1828 vom Ober-Ingenieur Mellet zu Paris ins Franzöſiſche überſetzt.

Severin, Beiträge zur Kenntniß der Dampfmaſchinen. Bildet den erſten Theil von den Abhandlungen der königl. preuß. Deputation für Gewerbe. Berlin 1829.

Dieſes klaſſiſche in Folio gedruckte Werk iſt von einer großen Anzahl herrlicher Kupfertafeln von wirklich ausgeführten Dampfmaſchinen begleitet.

Bernouilli, Handbuch der Dampfmaſchinen für Techniker und Freunde der Mechanik. Mit 12 Steintafeln. Stuttgart 1833. 29 Bog. 8. ($2^1/_6$ Rthlr.)

Verdam, Grundſätze, nach welchen alle Arten von Dampfmaſchinen zu beurtheilen und zu erbauen ſind. Aus dem Holländiſchen von C. A. Schmidt. 39 Bogen 8. Mit 12 Steintafeln. Weimar 1835. ($2^1/_2$ Thlr.)

Lardner, die Dampfmaſchine, faßlich beſchrieben und erklärt, insbeſondere in ihrer practiſchen Anwendung auf Eiſenbahnen und Dampfſchifffahrt, nebſt Winken über Eiſenbahnanlagen und deren Bedingungen. Nach der 5. Auflage [1]). Aus dem Engliſchen überſetzt. 19 Bog. 8. Mit 5 Steintafeln. Leipzig 1836. (2 Rthlr.)

IV. Unter den deutſchen techniſchen Zeitſchriften enthalten beſonders die folgenden viele und richtige Aufſätze über Eiſenbahnen, Dampfwagen ꝛc.

Dingler's polytechniſches Journal.

Weber's Zeitblatt für Gewerbtreibende.

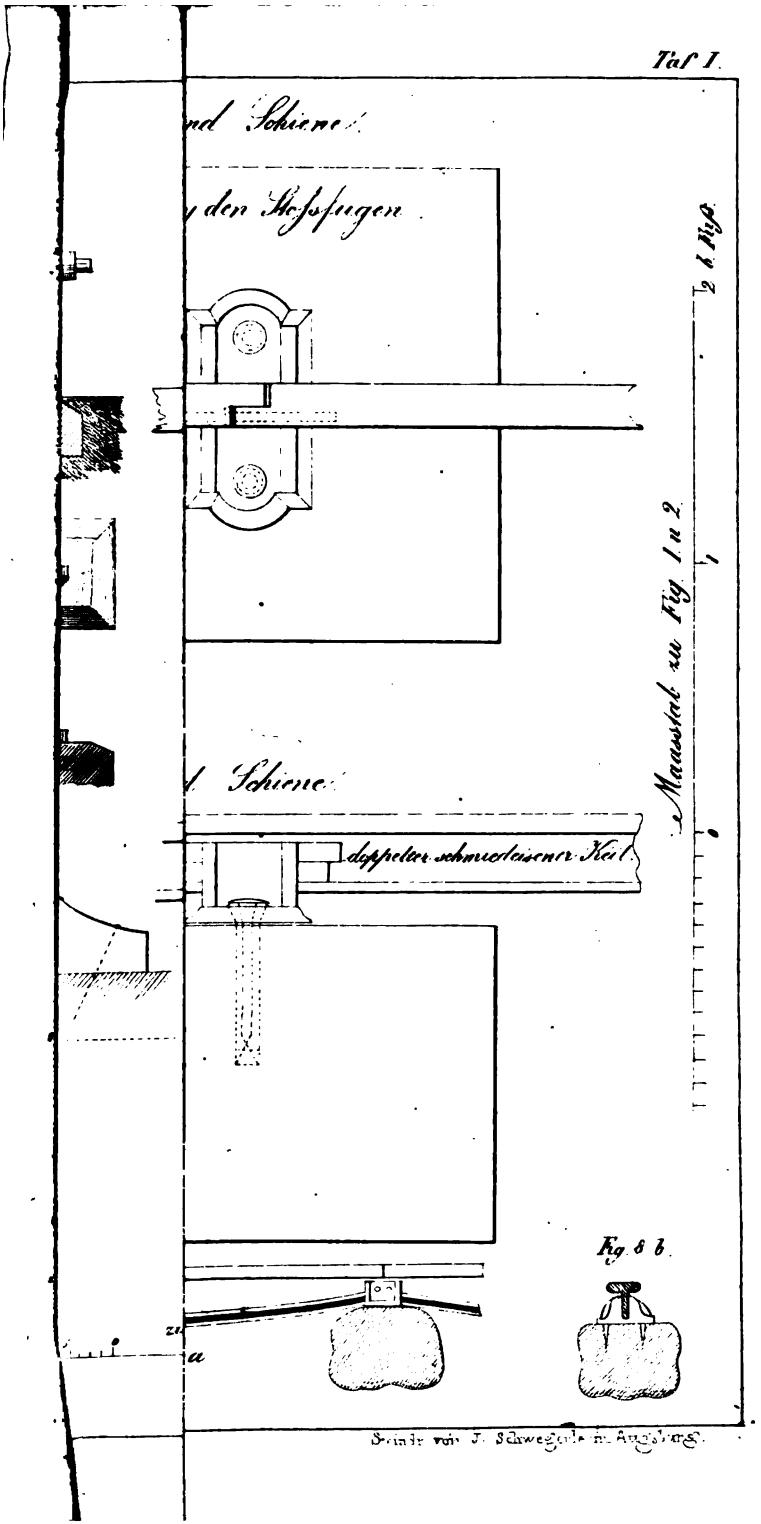
Karſten's Archiv für Bergbau und Hüttenweſen und die Fortſetzung deſſelben: Archiv für Mineralogie, Geognoſie, Bergbau und Hüttenkunde.

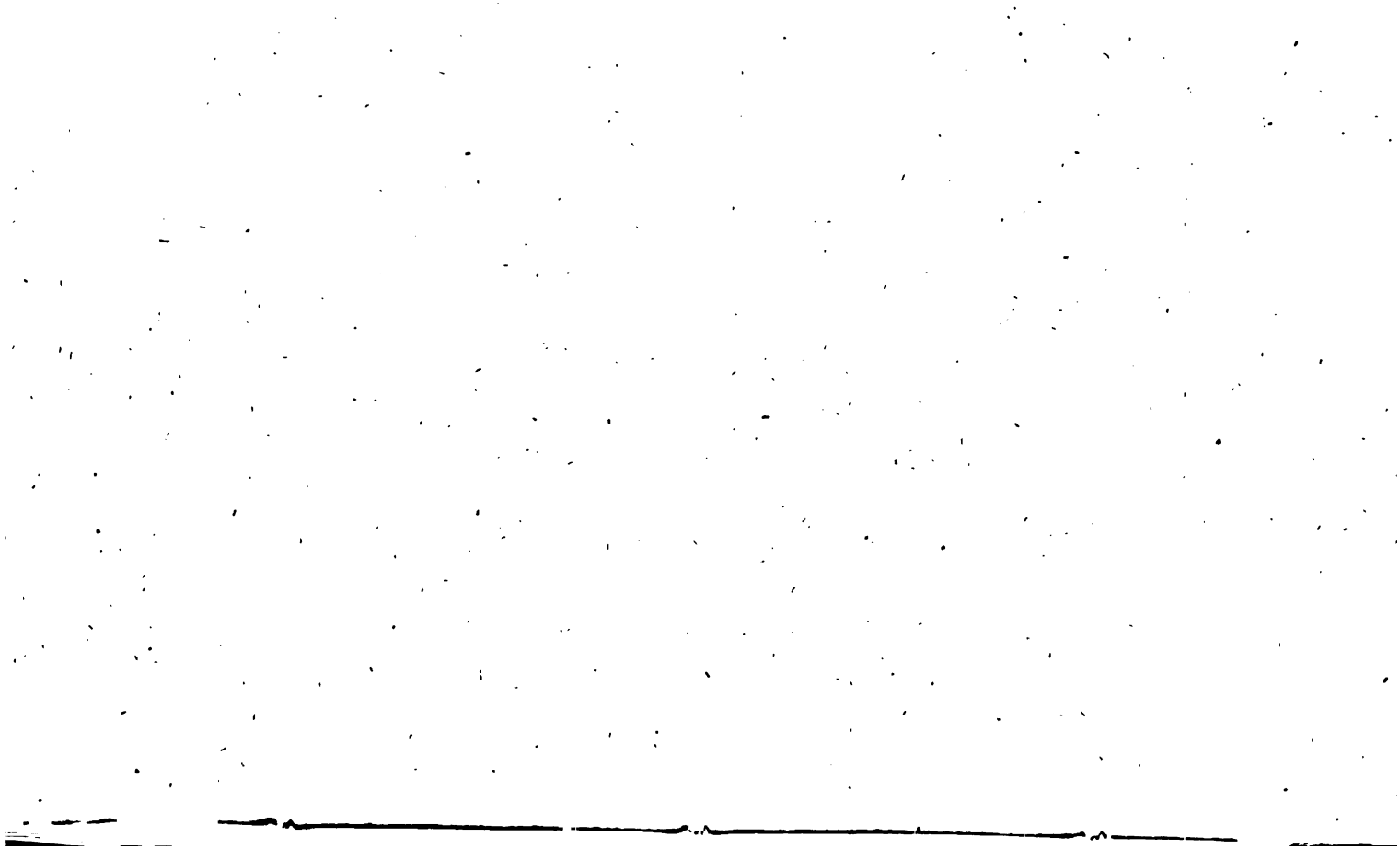
Crelle's Journal für die Baukunſt.

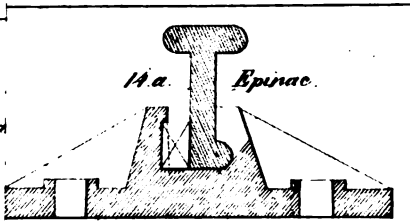
Verhandlungen des Vereins zu Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen.

---

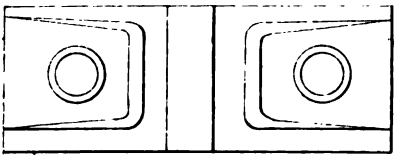
1) Von dem Original erſchien im Auguſt 1836 ſchon eine 6te Auflage.


Taf I.
nd Schiene
den Stossfugen
2 b Fig.
Maasstab zu Fig. 1 u 2
Schiene
doppelter schmiedeiserner Keil
Fig. 8 b.
a
Druck von J. Schwegerle in Augsburg.

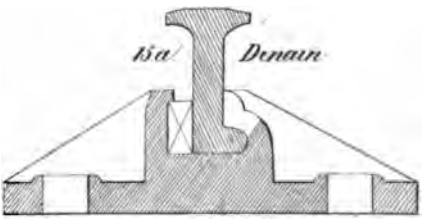




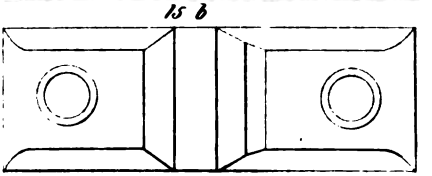
14 a. Epinac.



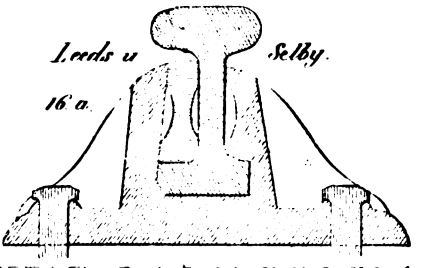
14 b.



15 a. Denain

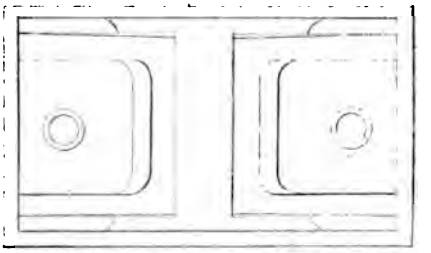


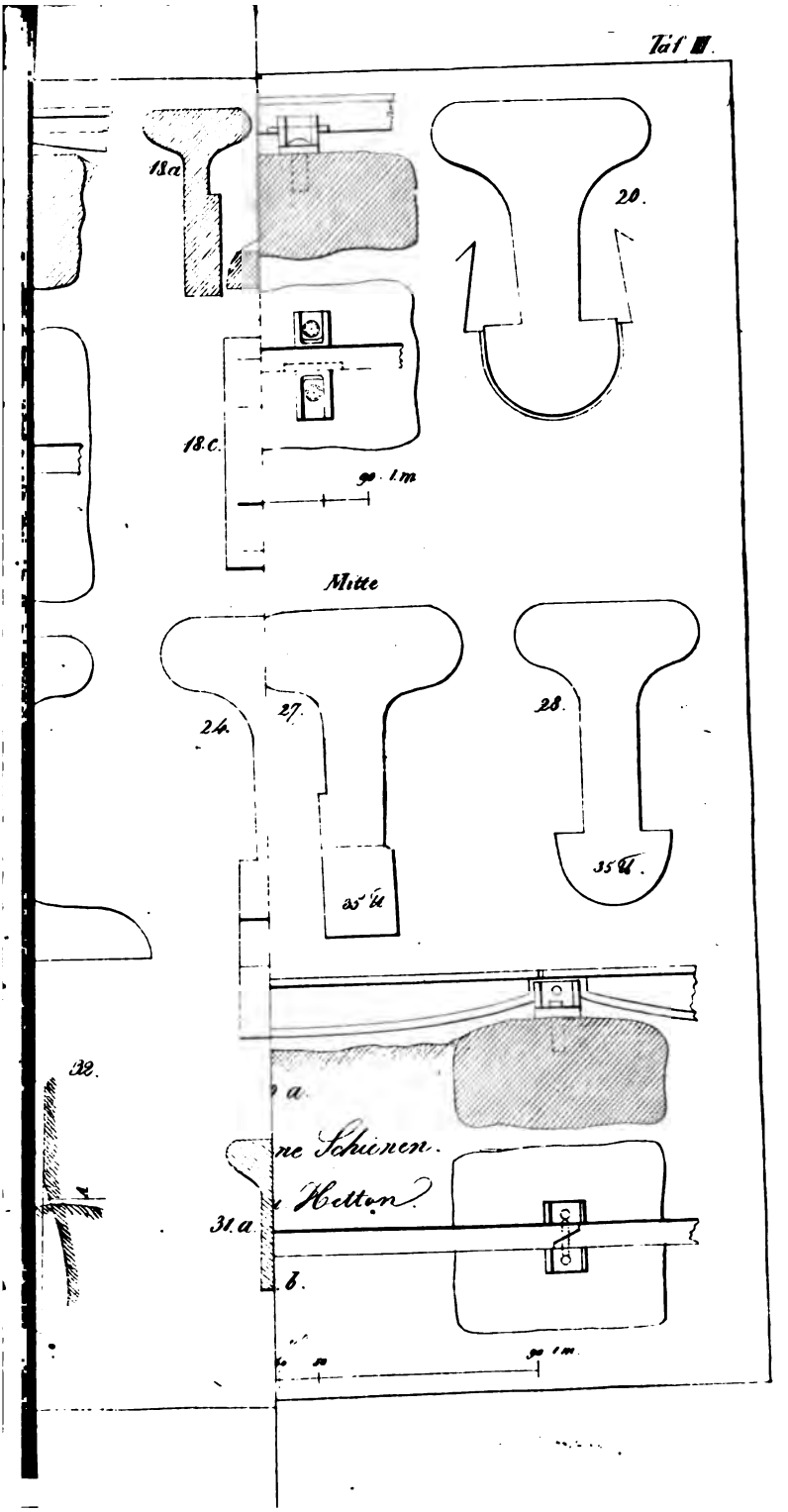
15 b

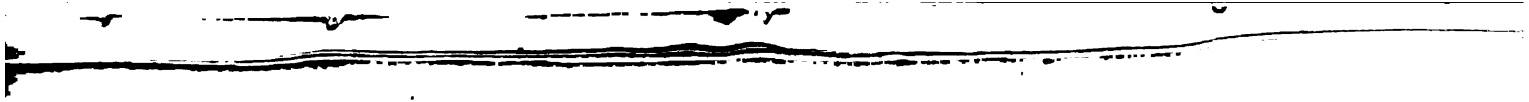


Leeds u. Selby.

16 a.




Taf III.
18a
20.
18.c.
1m
Mitte
24.
27.
28.
35 U.
35 U.
32.
a.
ne Schienen.
Ketten.
31.a
b.
1m



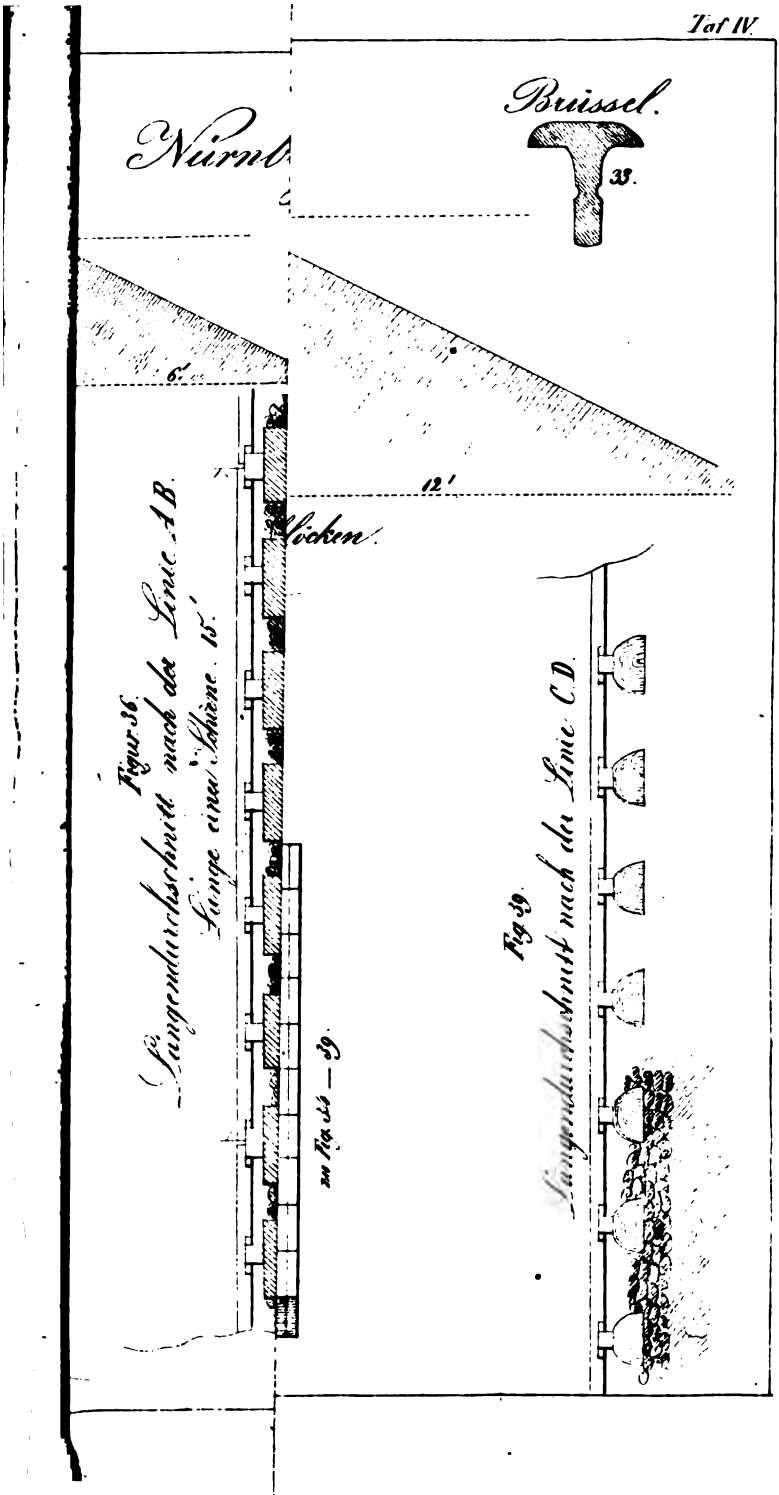

Brüssel.
33.
6'
12'
Lücken.
Figur 36.
Längendurchschnitt nach der Linie AB.
Länge einer Schiene. 15'.
zu Fig. 35 — 39.
Fig. 39.
Längendurchschnitt nach der Linie CD.

Fig 50.

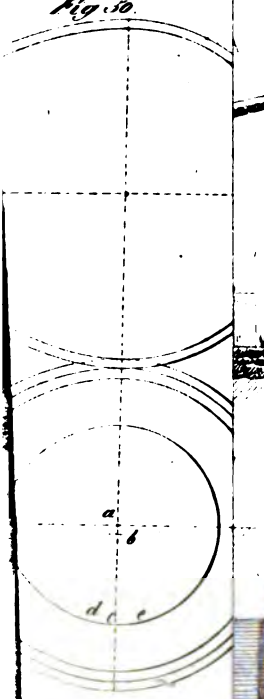
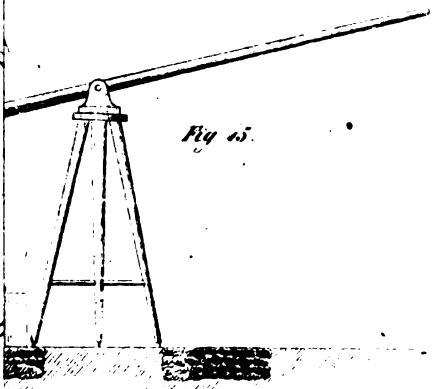
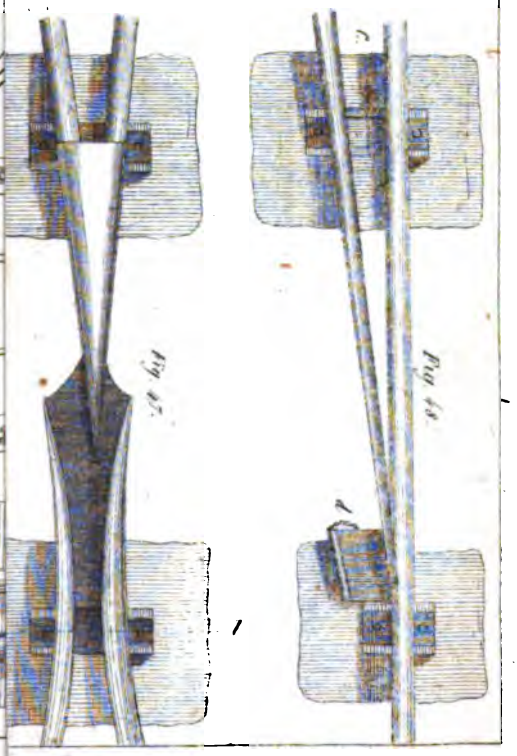
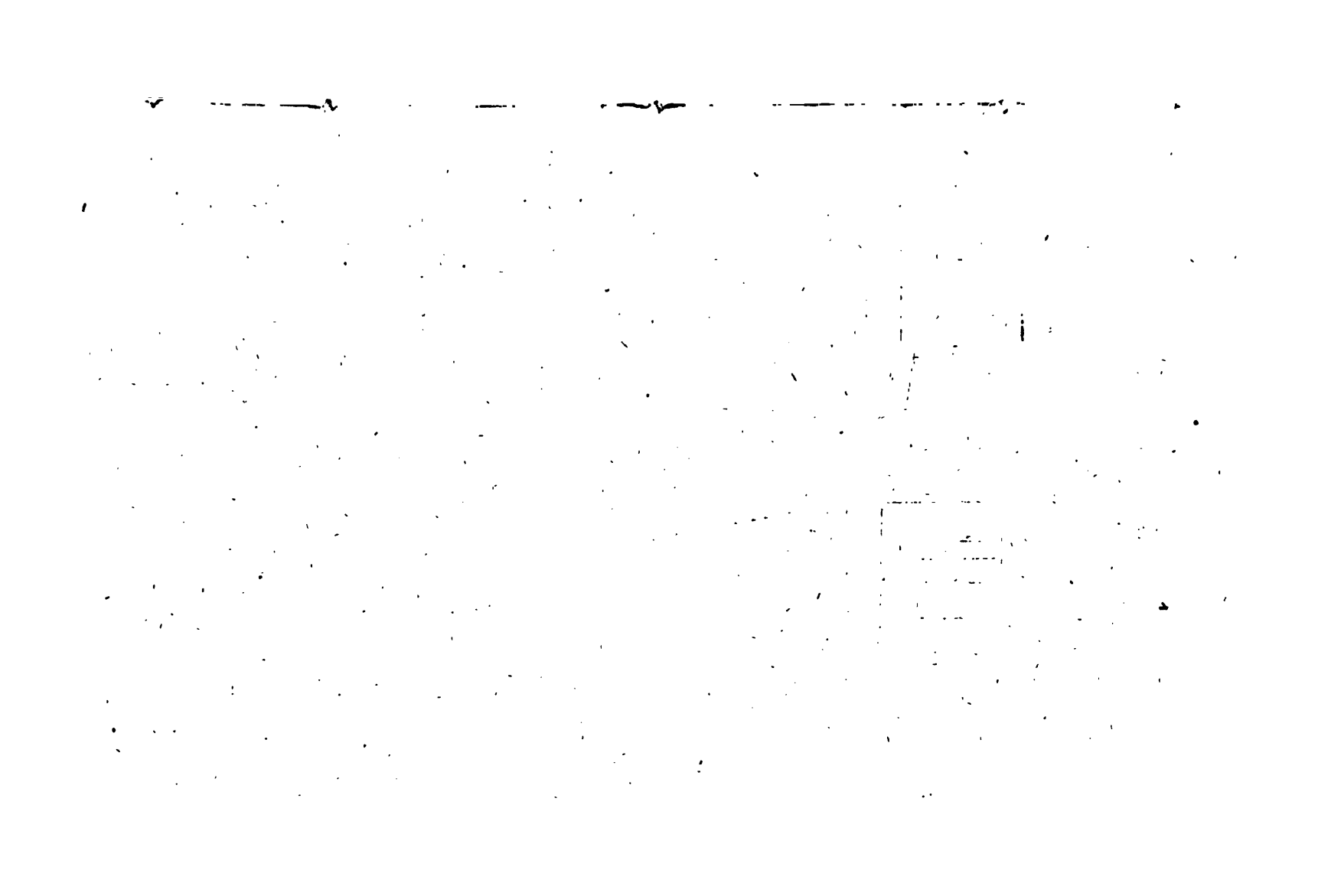


Fig 45.







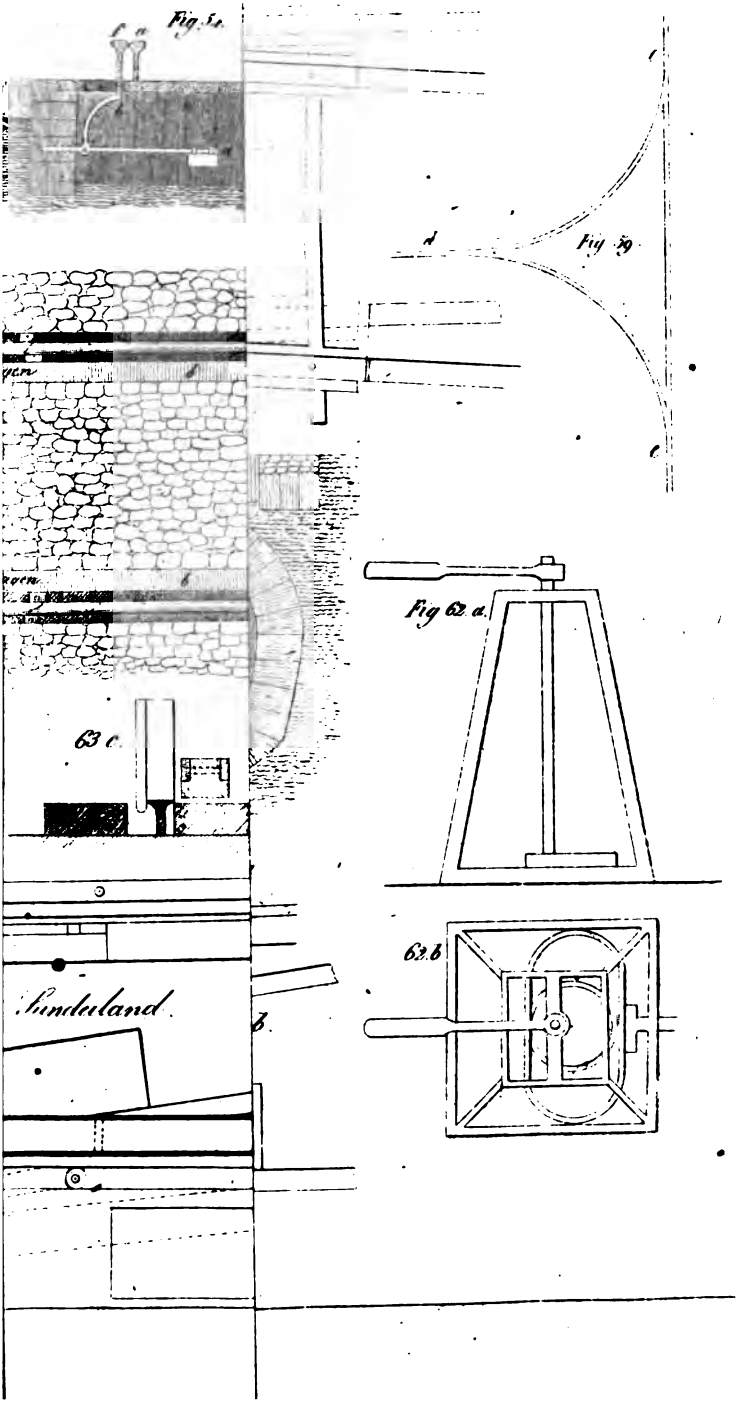
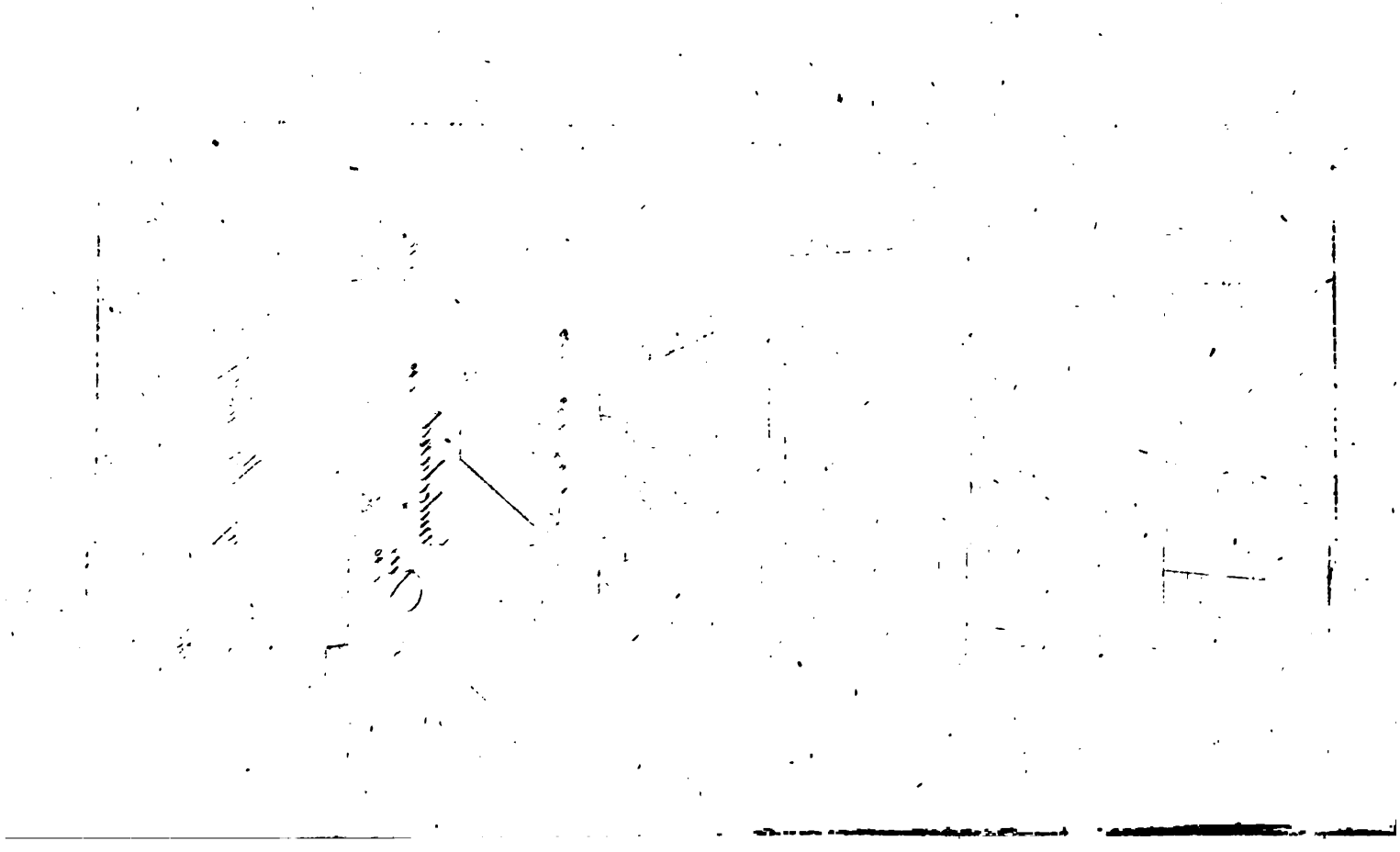
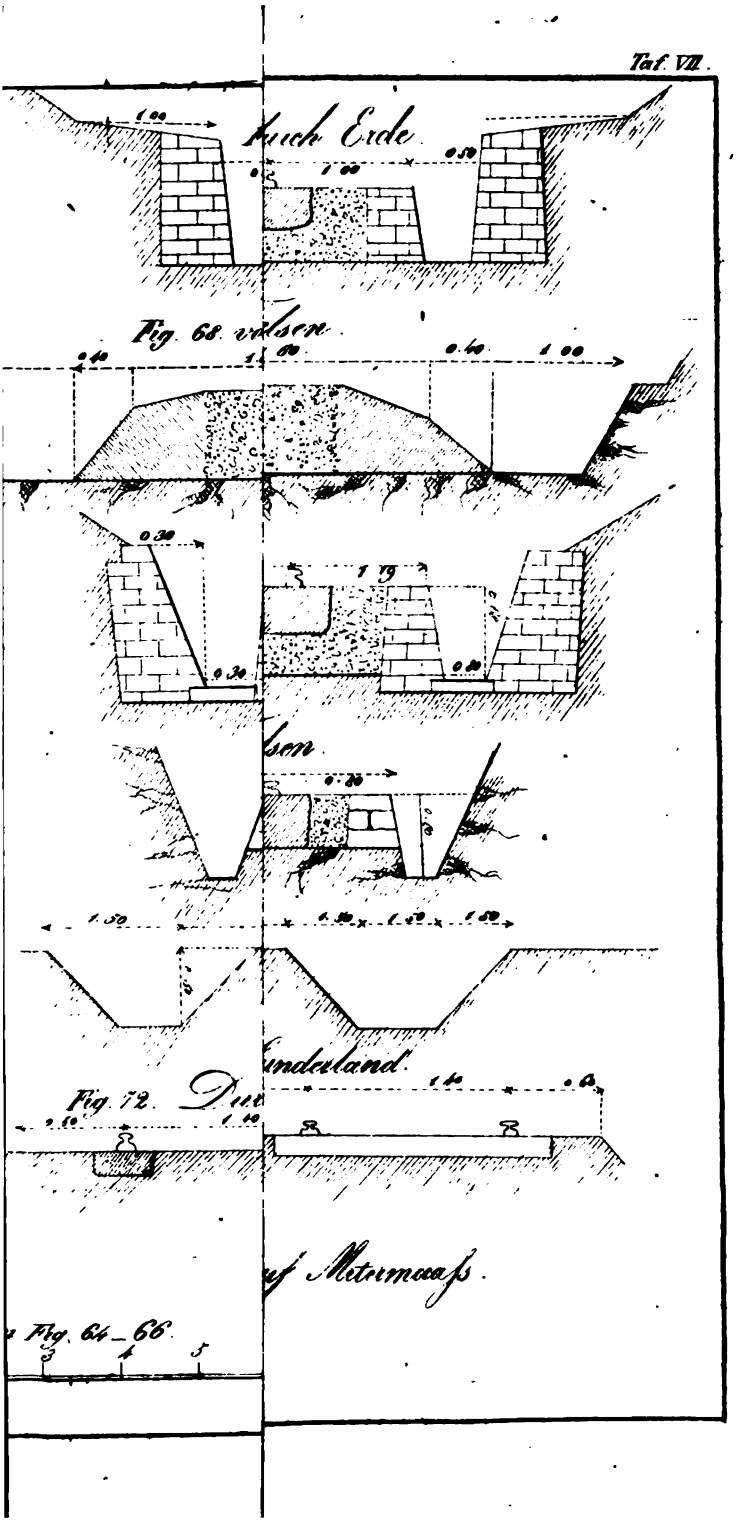
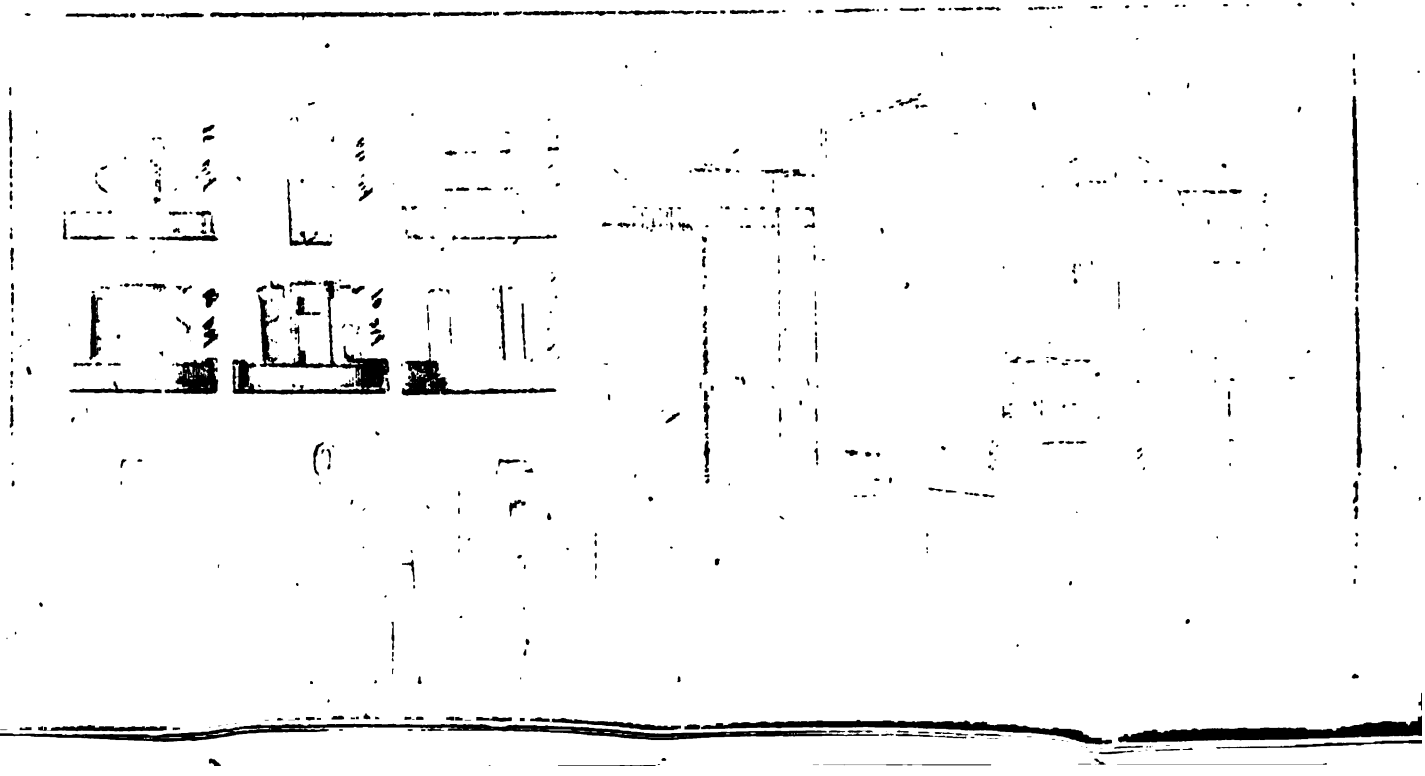


Fig. 59
Fig 62. a.
63 c.
62. b
Sunderland.



Taf. VII.





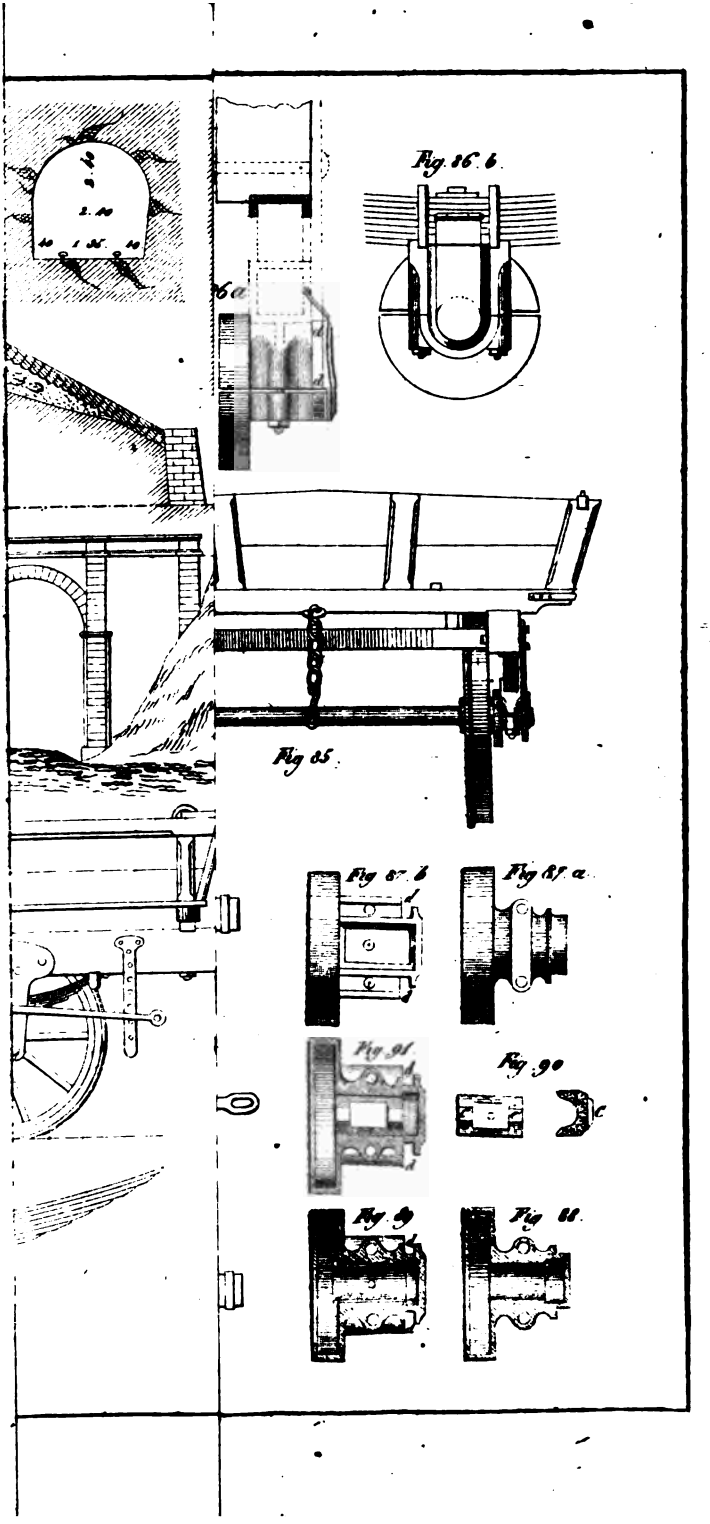


Fig. 86. b.
86 a
Fig 85.
Fig 87. b
Fig 87. a
Fig 91
Fig 90
Fig 89
Fig 88.

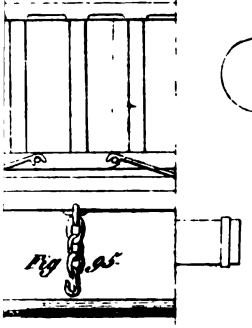
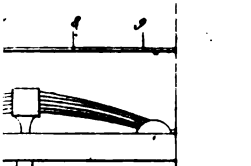
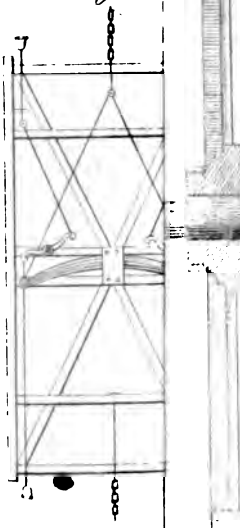


Fig 95.



g. 107.

Fig 108.



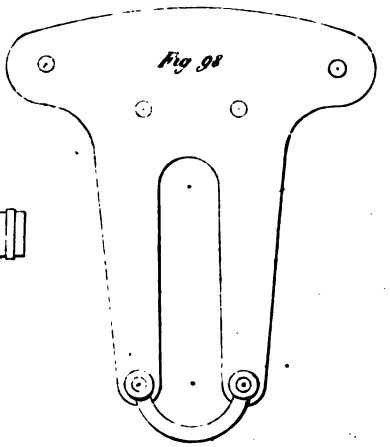
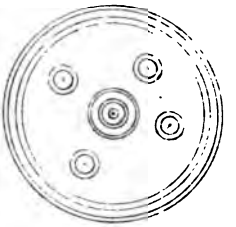


Fig 98

Fig 103.



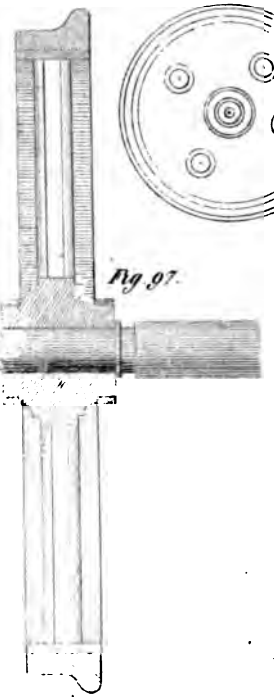
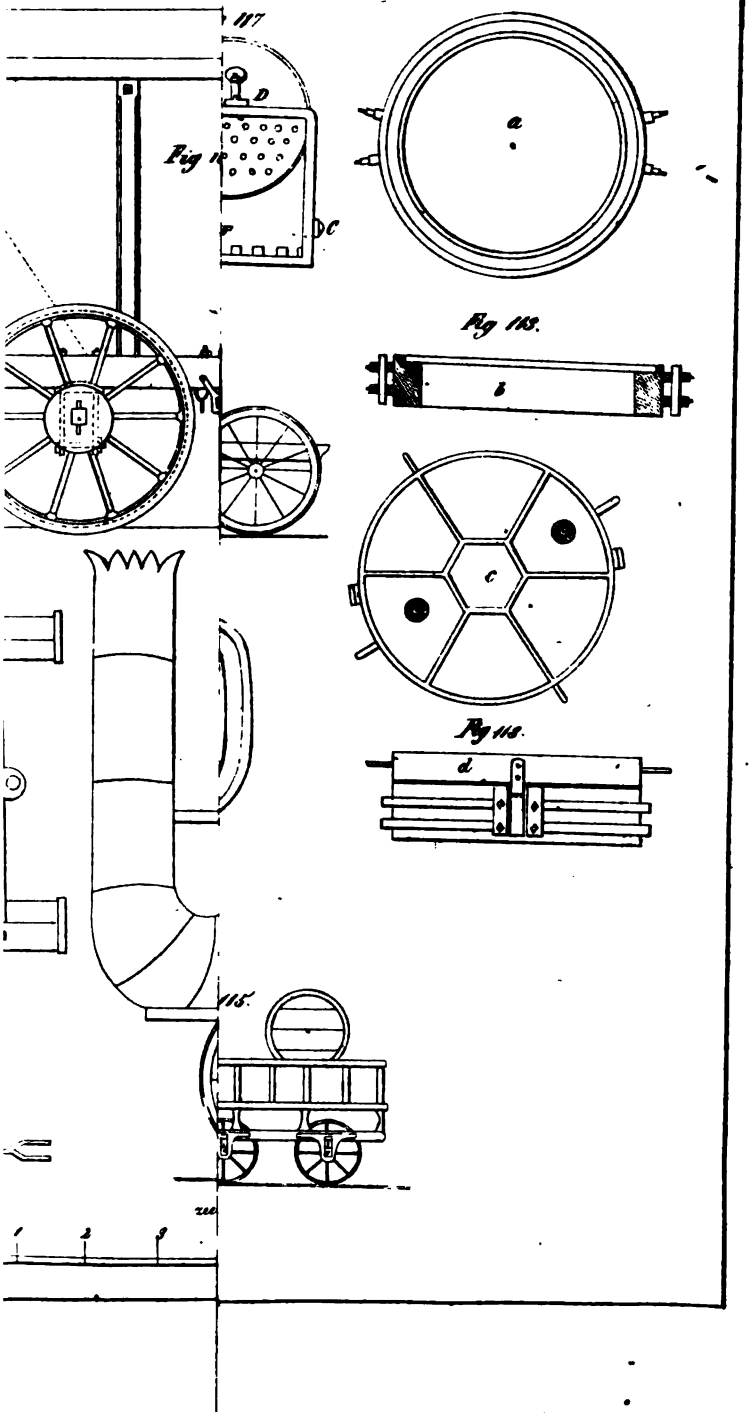
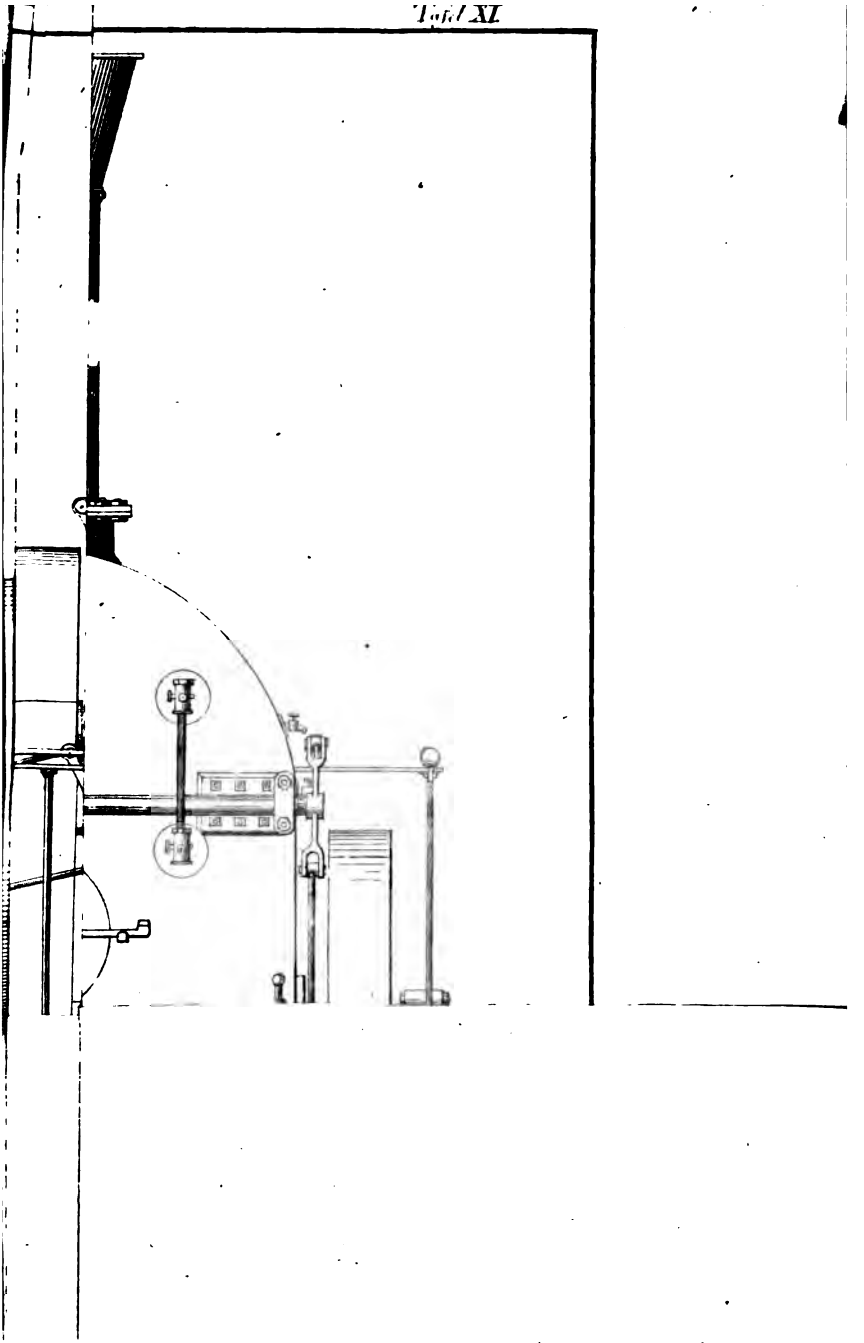


Fig 97.


117
D
C
a
Fig 118.
b
c
Fig 116.
d
115.



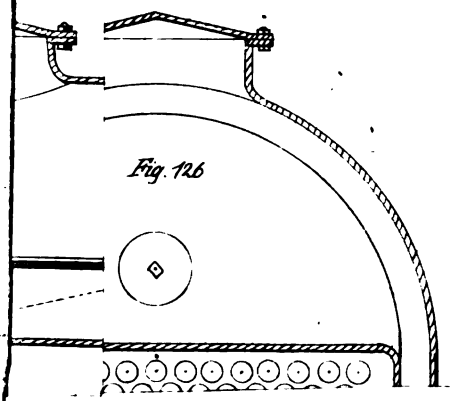
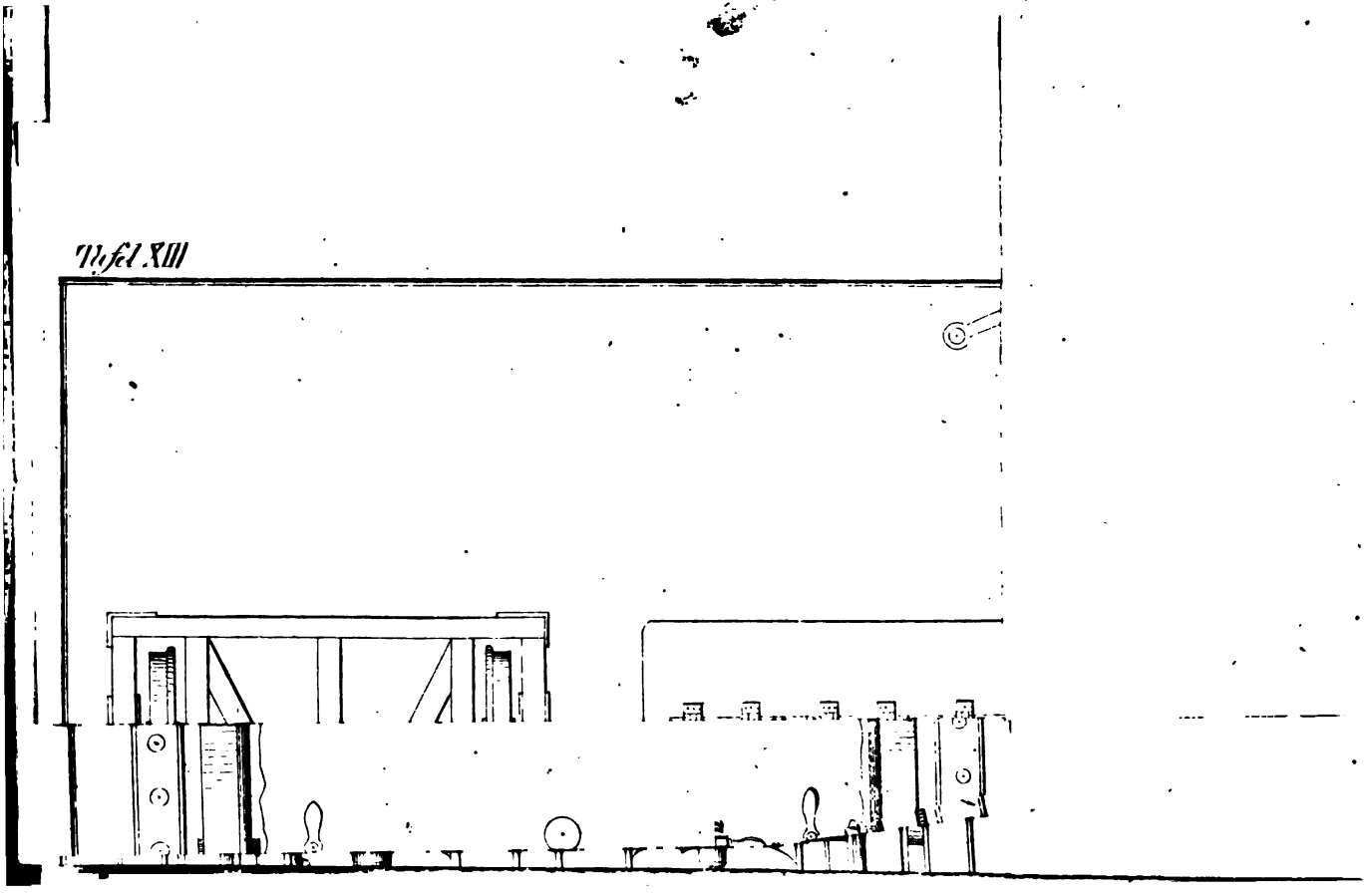
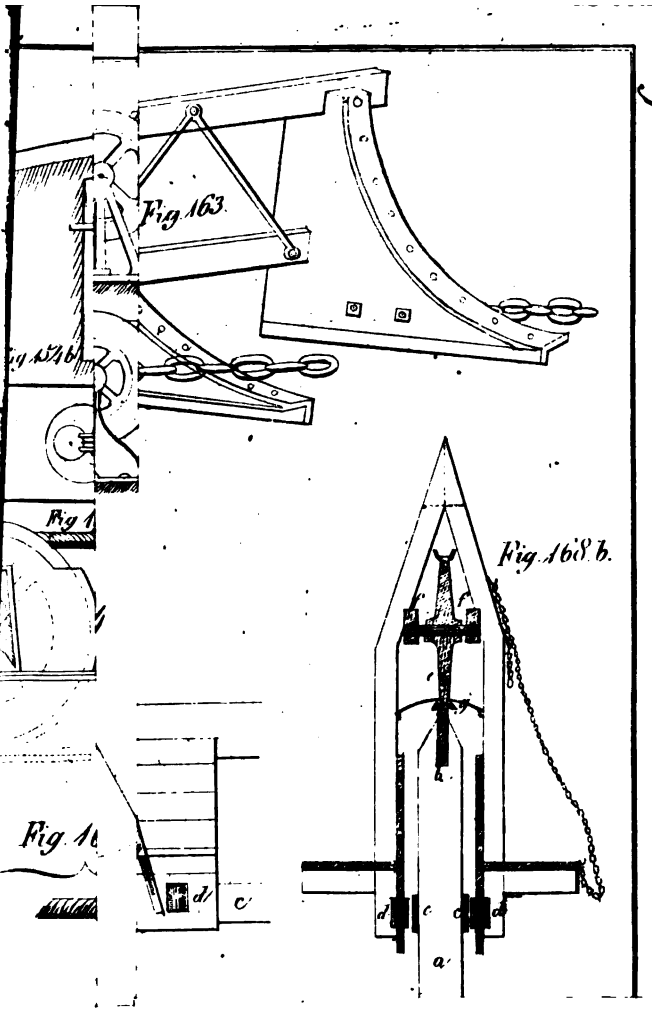
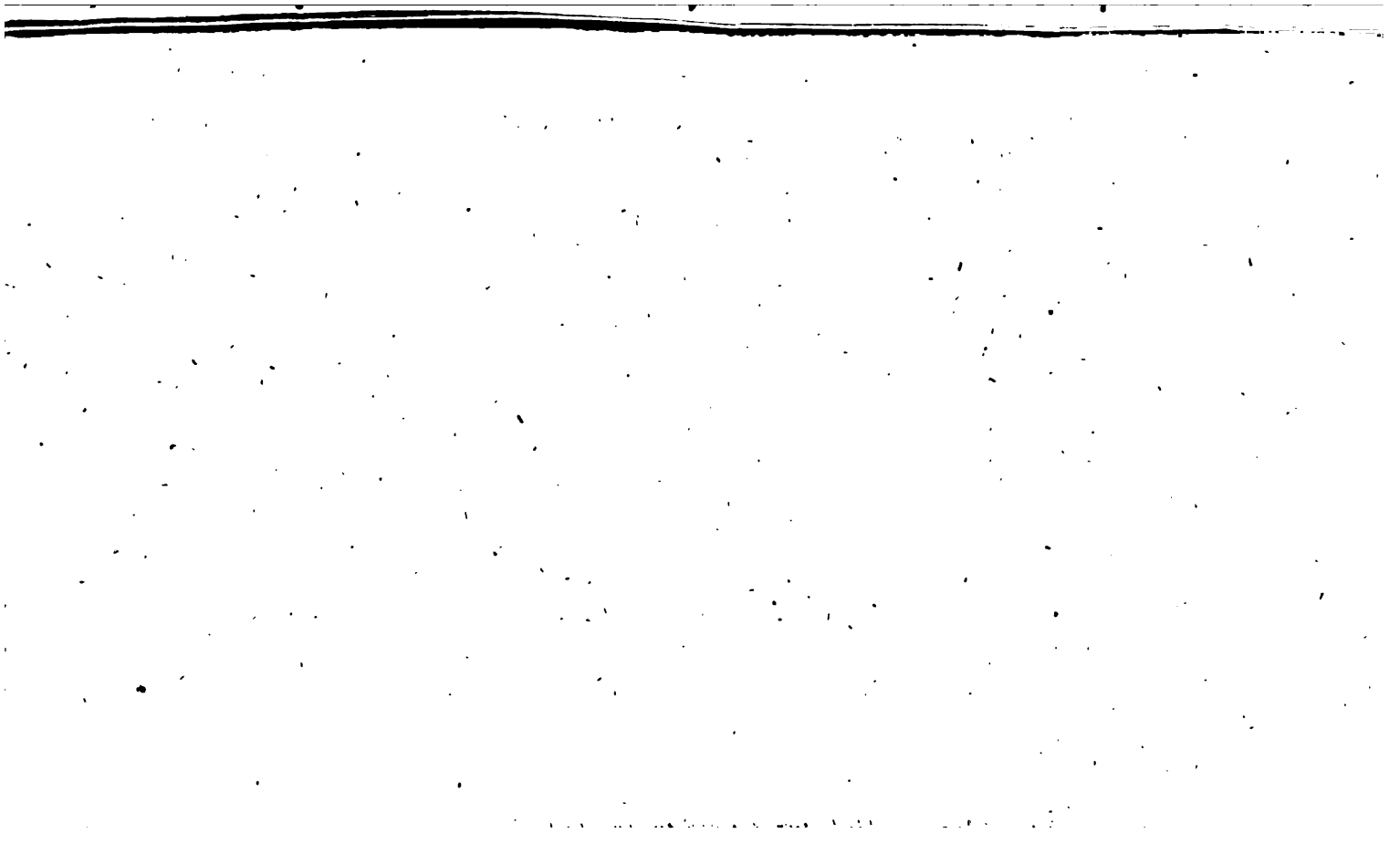
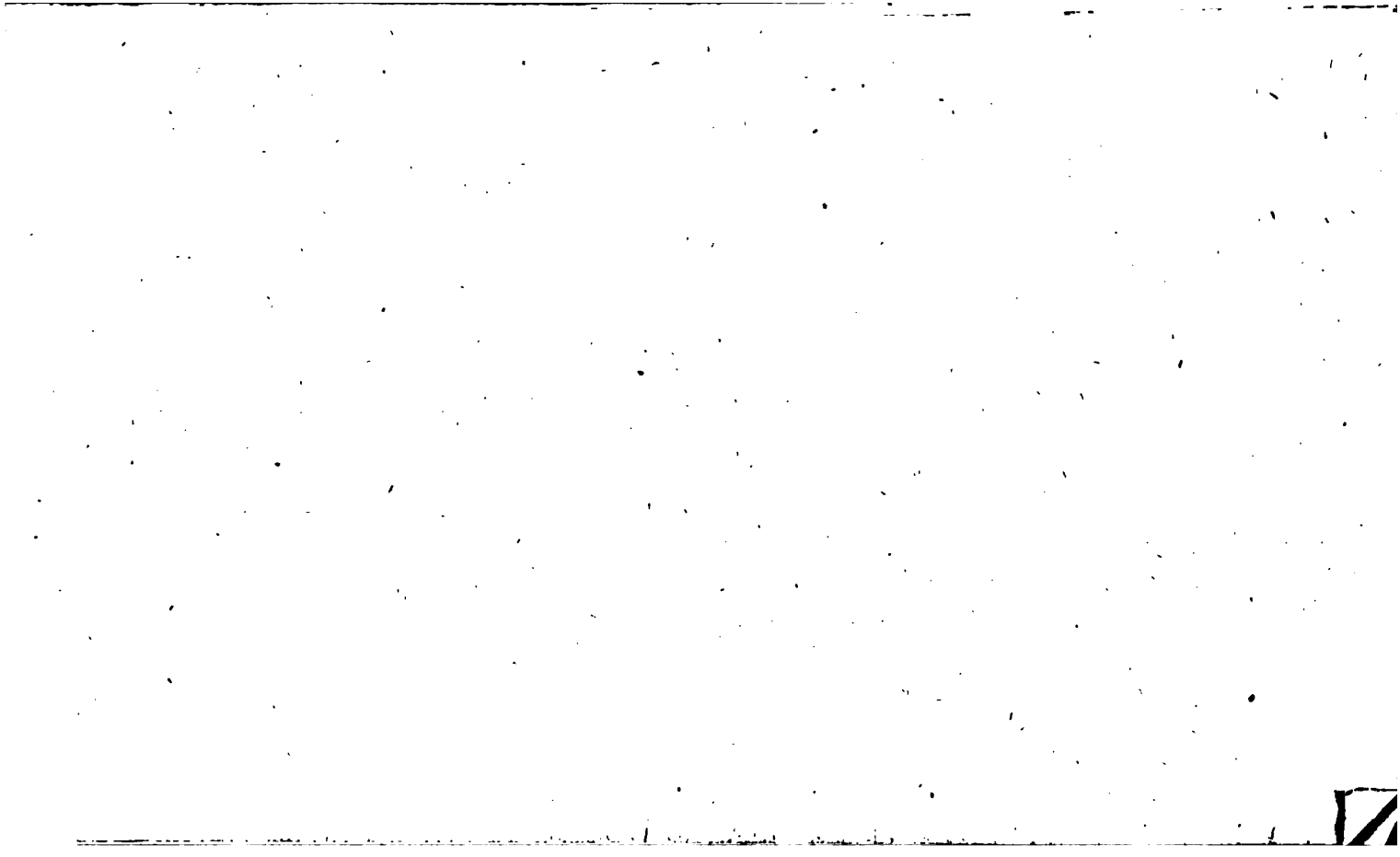


Fig. 126

Tafel XIII



Tafel XV.